

PROTEUS



oktober 2013, 2/76. letnik
cena v redni prodaji 5,00 EUR
naročniki 4,20 EUR
upokojenci 3,50 EUR
dijaki in študenti 3,00 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje

■
Geologija

Oljni skrilavci – po svetu in pri nas

■
Študentska ekskurzija Kostarika 2012

Kostarika – marsičesa o njej še ne vemo

■
Iz zgodovine medicine

Rumena mrzlica in malarija – množični morilki
pri gradnji Panamskega prekopa



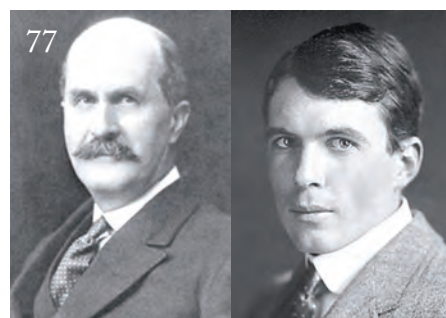
■ stran 55

Geologija

Oljni skrilavci – po svetu in pri nas

Miloš Markič

Marsikatera bralka in bralec *Proteusa* je že bral o okoljski katastrofi v kanadski pokrajini Alberti, ki je posledica brezobzirnega pridobivanja nafte iz atabaških oljnih peskov. Pričujoči pregledni prispevek o oljnih skrilavcih pomeni uvod v izčrpno predstavitev »primera« Alberta, ki bo objavljena v eni od prihodnjih številčk revije. Toda kaj sploh so oljni skrilavci? To so kamnine, ki vsebujejo znatno količino organske snovi. Iz njih lahko s pirolizo pridobivamo utekočinjeno, nafti podobno oljno snov. Oljne skrilavce petrološko uvrščamo v prehod med premogi in neorganskimi kamninami ter med geološke energetske vire, fosilna goriva na splošno. Uporaba prevladujočih fosilnih energentov, kot so premog, surova nafta in zemeljski plin, nam omogoča udobno življenje, ki bi se mu težko odrekli, po drugi strani pa je človeštvo s pridobivanjem energetskih virov in njihovo uporabo postalo globalni geološki dejavnik z znatnimi vplivi na okolje in prostor. Fosilni zemeljski energetski viri, ki v bistvu predstavljajo v na desetine in stotine milijonov let stari fosilni biomasi shranjeno sončno energijo, so glede na čas razvoja človeštva malodane neobnovljivi. Pri sedanjem vedenju o njih in današnjih tehnoloških možnostih njihovega ekonomsko uspešnega (donosnega) pridobivanja imajo torej neko končno mejo svoje razpoložljivosti. Tako opredeljene svetovne zaloge zemeljske nafte in plina, ki jih imenujemo tudi z izrazom »konvencionalne« zaloge, zadoščajo po današnjih »uradnih« ocenah za naslednjih približno 60 do 120 let, kar je razmeroma malo, a enako so govorili tudi že pred približno 40 leti. Vprašanje je tudi, kdaj bomo dosegli vrhunec proizvodnje nafte, saj bi ga po prvotnih napovedih (Hubbertovo pravilo) že morali, a ga dejansko še nismo. Za manj poučene bralke in bralce bo morda presenetljivo spoznanje, da je zalog konvencionalnih fosilnih goriv (premog, surova nafta, zemeljski plin) mnogo manj, kot je zalog tako imenovanih »nekonvencionalnih« fosilnih energetskih virov, med katere danes uvrščamo plin v skrilavcih, tesno vezani plin v peščenjakih, plin v plasteh premogov, pa tudi oljne skrilavce, oljne peske in za pridobivanje olj in plinov potencialno primerne premoge. Z izrazom »nekonvencionalni« viri označujemo te vire zato, ker danes večinoma s konvencionalnimi metodami pridobivanja in predelave (še) niso gospodarsko donosni, a bodo to morda v prihodnosti.



- 52 Uvodnik
Tomaz Sajovic
- 55 Geologija
Oljni skrilavci – po svetu in pri nas
Miloš Markič
- 64 Študentska ekskurzija Kostarika 2012
Kostarika – marsičesa o njej še ne vemo
Boris Sket
- 70 Iz zgodovine medicine
Rumena mrzlica in malarija – množični morilki pri gradnji Panamskega prekopa. Ob stoletnici gradnje in njegovi načrtovani širitvi
Zvonka Zupanič Slavc
- 77 Fizika
Sto let Braggovega načina preiskovanja kristalov
Janez Strnad
- 82 Srečanje Azija-Evropa
Izzivi ohranjanja biotske pestrosti v tropskih ekosistemih – delavnica Srečanja Azija-Evropa (ASEM)
Katja Šporar
- 87 Nove knjige
Bavconovo življenje z rastlinami v knjižni izdaji
Igor Dakskobler
- 88 V spomin
Prof. mag. Dušan Robič (1933-2013)
Igor Dakskobler
- 90 Naše nebo
Rjave pritlikavke ali orjaški planeti?
Mirko Kokole
- 94 Table of Contents



Naslovnica: *Drevesna žabica*
(*Polypedates macrotis*).

Foto: Katja Šporar.

Proteus

Izbaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik: Prirodoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec

Lektor: doc. dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež – Bogataj

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 2.500 izvodov.

Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno društvo Slovenije, Salendrova 4, p.p. 1573, 1001 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14, faks (01) 421 21 21.

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,00 EUR, za naročnike 4,20 EUR, za upokojence 3,50 EUR, za dijake in študente 3,00 EUR.

Celoletna naročnina je 42,00 EUR, za upokojence 35 EUR, za študente 30,00 EUR. 9,5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

Poslovni račun: SI56 0201 0001 5830 269, davčna številka: 18379222. *Proteus* sofinancira: Agencija RS za raziskovalno dejavnost.

<http://www.proteus.si>

prirodoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2013.

Vse pravice pridržane.

Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez pisnega dovoljenja izdajatelja ni dovoljeno.

Uvodnik

Julius Robert Oppenheimer (1904–1967) je v svojem dnevniku zapisal sledečo misel: »Ko vidite, da neka stvar na papirju tehnično 'deluje', jo tudi naredite, o tem, kaj vse to pomeni, pa razmišljate šele, ko stvar uspešno deluje tudi v resničnosti. Tako je bilo z atomsko bombo.« Misel sem prebral v knjigi ameriškega sociologa Richarda Sennetta (1943–) Rokodelec (*The Craftsman*, 2008).

Robert Oppenheimer je bil briljanten ameriški teoretični fizik in profesor fizike na Kalifornijski univerzi v Berkleyju. Skupaj z Enricom Fermijem so ga imeli za »očeta atomske bombe«. Leta 1942 je namreč skupaj z generalom Grovesom postal direktor znanstvenega in tehnološkega projekta prve atomske bombe Manhattan. Delo znanstvenikov v Los Alamosu je bilo uspešno. Prvi atomski poskus je v popolnosti uspel 16. julija leta 1945 v puščavi blizu Almogorda v Novi Mehiki. Ameriški fizik

in Nobelov nagrajenec Isidor Isaac Rabi (1898–1988), ki je tudi sodeloval pri projektu Manhattan, je Oppenheimerjevo zmagoslavje ob eksploziji prve atomske bombe opisal z besedami: »Nikoli ne bom pozabil njegove hoje; nikoli ne bom pozabil, kako je izstopil iz avtomobila ... njegova hoja je bila taka kot v filmu Točno opoldne ... enaka prevzetnost. Opravil je posel.«

6. avgusta leta 1945 so Američani odvrgli atomsko bombo na Hirošimo, 9. avgusta pa na Nagasaki. Posledice so bile strahotne in v Oppenheimerju se je prebudilo kesanje. 17. avgusta je odpotoval v Washington in vojnemu sekretarju Združenih držav Amerike Henryju L. Stimsonu osebno izročil pismo, v katerem je izrazil svojo zgroženost in upanje, da bo nuklearno orožje prepovedano. Leta 1965 je v televizijskem dokumentarcu *Odločitev, da bomo*

odvrgli bombo svoje kesanje izrazil z besedami iz indijskega epa *Bhagavat Gita*: »Postal sem Smrt, uničevalec svetov.«

Zgodbo Juliusa Roberta Oppenheimerja lahko pogojno razumemo tudi kot priliko oziroma parabolo o usodi znanstvenika - in znanosti, s katero se ukvarja - danes. To usodo zaznamuje znanstvenikova problematična osebna bivanjska razcepljenost med *zmagoslavjem* zaradi uspešno opravljenega znanstvenega dela ter *zapoznelim* »oppenheimerjevskim« kesanjem ob spoznanju, da ima to delo v življenju škodljive ali - v primeru atomske bombe - celo strahotne posledice. Ljudska modrost je to zagatno in pogosto tudi tragično usodo zaostajanja *etične zavesti* za *dejanji* izrazila lakonično: »Po toči zvoniti je prepozno.«

Prav ta tragična človekova usoda pa je odlikovani predmet umetnostnega ustvarjanja, o čemer je pri nas najbolj tehtne misli zapisal slovenski literarni zgodovinar in teoretik Dušan Pirjevec (1921-1977). Pirjevec je svoje teoretsko raziskovanje namenil predvsem evropskemu romanu, pri tem pa se je naslonil tudi na spoznanja iz knjige *Teorija romana* (1920), ki jo je napisal madžarski marksistični filozof, literarni zgodovinar in kritik Georg Lukács. V tem uvodniku nas zanima predvsem sledeči odlomek iz Pirjevčeve spremne študije k Stendahlrovemu romanu *Rdeče in črno*, ki nosi naslov *Zločin Julijana Sorela* in ki je bila skupaj z drugimi Pirjevčevi spremnimi študijami k najvidnejšim evropskim romanom (vse so izhajale kot uvodi k posameznim knjigam znamenite zbirke *Sto romanov*) posmrtno ponatisnjena v njegovi knjigi *Evropski roman* (1979):

»Smisel evropskega romana in pomen usod njegovih glavnih junakov od Cervantesovega Don Kihota dalje hoče Lukács opredeliti tudi z naslednjim aforizmom: 'Pot se pričinja, *potovanje* je končano.' Ta stavek hoče povedati [...] približno tole: junak romana odkrije šele po dolgem *potovanju* skozi svet in družbo svojo edino pravo *pot*, vendar na to *pot* ne more več stopiti, ker je *potovanje* enkrat za vselej in nepreklicno končano. Prava in resnična *pot* se je sicer že prikazala, a ostane nedostopna in ju-

nak zapušča svet in življenje, ne da bi mogel doživeti in uresničiti to, kar je *pravo in resnično*.«

Slovenski književni teoretik, zgodovinar in kritik Janko Kos (1931-) je v uvodni razpravi k Pirjevčevi knjigi to misel zgoščeno povzel v stavku: Pirjevcu »*potovanje*« in »*pot*« pomenita dvoje zaporednih obdobij junakove usode - »*potovanje*« je junakovo blodenje za »*idejo*«, ki ga goni skozi življenje, »*pot*« je *resnica*, ki se razkrije ob *polomu te 'ideje'*, hkrati pa že tudi zastre z junakovo smrtjo.« Za naše razpravljajnje je pomembna tudi Kosova ugotovitev, da je s tem »Pirjevec teorijo romana bistveno premaknil iz območja abstraktne filozofije o formi romana v konkretno sfero njegovih junakov, njihovega življenjskega smisla in etosa.«

Že na prvi pogled je videti, da so si življenjske usode junakov iz evropskih romanov in življenjske usode znanstvenikov - vzorčni primer je usoda Juliusa Roberta Oppenheimerja - nenavadno podobne, vse združuje *neka temeljna »nezmožnost«*, da bi se *etika naselila v človekovih dejanjih*. Junak evropskega romana na svojem »potovanju« skozi življenje zaslepljeno zasleduje le »idejo« (Raskolnikov iz romana Fjodora Dostojevskega *Zločin in kazen* je svoje bivanje daroval za »idejo«, zanjo je tudi ubijal), šele ob polomu te »ideje« pa končno odkrije »svojo edino pravo pot« - za Raskolnikova je ta »edina prava pot« življenje, ki ni več življenje za »idejo«, ampak *življenje samo*. Vendar junak evropskega romana na to »pot« - kot je zapisal Pirjevec - »ne more več stopiti«, smrt mu to namreč nepreklicno prepreči. Tudi znanstvenik Julius Robert Oppenheimer na svojem »potovanju« življenje brez pomisleka žrtvuje »ideji«, in sicer izdelavi atomske bombe, strahotne posledice eksplozij atomskih bomb nad Hirošimo in Nagasakijem, v katerih v trenutku izgubi življenje približno 150.000 prebivalcev, pa popolnoma pretresejo njegovo vest. Vendar žrtev Hirošime in Nagasakija ni več mogoče priklicati v *življenje* - Oppenheimer je odkril »svojo edino pravo pot, vendar na to pot ne more več stopiti, ker je *potovanje* enkrat za vselej in nepreklicno končano«.

Vprašanje, ki se zastavlja, je, zakaj se človek ne more etično »uresničiti« že v svojih dejanjih, ampak se mu vest lahko prebudi šele tedaj, ko se razkrijejo škodljive ali celo smrtonosne posledice teh dejanj. Ta usoda očitno ni značilnost nekakšnega »naravnega« in »brezčasnega« bistva človeka, ampak na svoj zagatni način opredeljuje zgodovinsko točno določenega človeka, in sicer *novoveškega* človeka: junaki evropskega romana so se »rodili« namreč šele z Don Kihotom (prvi del Cervantesovega romana je izšel leta 1605, drugi 1615), znanost, ki jo poznamo danes in katere dedič je med drugimi tudi Julius Robert Oppenheimer, pa je bila tudi »spočeta« šele z Galileo Galileijem (1564-1642) in Isaacom Newtonom (1643-1727). Usoda, ki jo je živel *srednjeveški* rokodelec, je bila namreč – kot piše Richard Sennett v svoji knjigi *Rokodelec* – še precej drugačna. V srednjeveški družbi je bil rokodelec častivredna in skrajno etična oseba. Še posebej zlatar. *Etika je bila (in je tudi moralna biti) neizogibni del same zlatarjeve rokodelske dejavnosti – ugotavljanja, ali so izdelki izdelani iz pristnega ali ponarejenega zlata.* Zlatar je namreč jamčil, da je bilo bogastvo plemičev ali mestnih oblasti iz pristnega zlata. Za srednji vek prav nič neobičajnega zato ni bilo, da je ugotavljanje pristnosti zlata v 13. stoletju postalo celo verski obred. Za naše nadaljnje razpravljanje pa je pomembno še nekaj drugega, in sicer kako je ugotavljanje pristnosti zlata sploh potekalo. Ker v srednjem veku niso poznali še nobenih znanstvenih poskusov oziroma eksperimentov, se je zlatar lahko zanesel le na svoje »božanske« *roké.* »Sam občutek za dotik je v srednjem veku veljal za nekaj magičnega in religioznega. Znan je na primer 'kraljev dotik', ko je kralj s polaganjem rok na bolnike 'ozdravljaval' tuberkulozo vratnih bezgavk in gobavost. Bolj kot je zlatar počasi in preiskujoče delal s svojimi rokami, bolj verodostojen in resnicoljuben je bil za vrstnike in naročnike. Takojšnji rezultati, izvirajoči iz enega samega preizkusa, so bili sumljivi.«

Medtem ko je srednji vek očitno še živel v duhovnem ozračju Platonovega in Aristotelovega čudenja nad vsem, kar je, je novi vek zaznamoval descartesovski *dvom o vsem*, predvsem in zlasti

o dejanskosti zunanjega sveta. »Prastaro človekovo zaupanje, da mu njegove čutne sposobnosti posredujejo dejanskost in njegove razumske sposobnosti resnico,« se je po besedah nemško-judovske filozofinje Hanna Arendt (1906–1975) (*Vita activa*, 1996) sesulo v prah, kar je rodilo človekovo radikalno *odtujitev od sveta.* Edino, o čemer človek res ne more dvomiti, je človekova zavest o dvomu samem – ali drugače povedano, *zaznavanje* predmetov v svetu je nekaj gotovega, zaznani *predmeti* pa to niso. Kar z drugimi besedami pomeni: *človek lahko spozna samo tisto, kar je ustvaril sam.* Najbolj prepričljiv dokaz za to je novoveški eksperiment v naravoslovju. V njem človek – ne več s svojimi *čutnimi* rokami kot srednjeveški rokodelec, ampak s pomočjo stvaritve svojega suhoparnega, »knjigovodskega« *razuma*, tehnike – dejansko ustvarja naravne pojave in procese, kajti le take lahko z gotovostjo spoznava. Zato je za novoveškega človeka »vprašanje, 'kako je nekaj nastalo', postalo mnogo pomembnejše od vprašanja, 'kaj je nastalo'. Novoveški človek je tako »obrnil hrbet« svetu, ki prekipeva od življenja in ki sta se mu Platon in Aristotel še čudila, in kot nekakšen božji načrtovalec začel ustvarjati svoj tehnizirani in tehnokratski *krasni novi svet* (kako je videti tak svet, nam nazorno pripoveduje istoimenski roman, ki ga je leta 1932 napisal angleški pisatelj Aldous Huxley). Z »obrnitvijo hrbita« svetu, ki sta se mu Platon in Aristotel še čudila, pa je novoveški človek »obrnil hrbet« tudi etiki. Kot bled spomin nanjo je ostal samo še moralizem številnih etičnih komisij. Nemški socialni psiholog in humanistični filozof Erich Fromm (1900-1980) je v svoji *Anatomiji človekove uničevalnosti* (2013) načelo *krasnega novega sveta* opisal takole: »*Neko stvar je treba narediti, ker je to tehnično mogoče.* Če je mogoče ustvariti jedrsko orožje, ga je treba, pa čeprav nas bo morda uničilo. Če je mogoče potovati na Luno ali druge planete, je to treba storiti, pa čeprav na račun številnih nepotešenih potreb tu na Zemlji. *To načelo pomeni zanikanje vseh humanističnih vrednot [...].*«

Tomaž Sajovic

Oljni skrilavci – po svetu in pri nas

Miloš Markič

V tem prispevku se bomo seznanili z oljnimi skrilavci, to je s kamninami, ki vsebujejo znatno količino organske snovi in iz katerih lahko s pirolizo pridobivamo utekočinjeno, nafti podobno oljno snov. Oljne skrilavce petrološko uvrščamo v prehod med premogi in neorganskimi kamninami. Na prve najbolj spominja njihova temna črna, siva ali rjavkasta barva, na druge pa že s prostim očesom viden visok delež mineralnih sestavin, pa tudi teža in pogosto opazna skrilava tekstura, značilna za muljevce.

Preden preidemo na njihov opis, naj nekaj besed namenimo še geološkim energetskega virom – fosilnim gorivom na splošno, saj med tovrstne vire uvrščamo tudi oljne skrilavce.

Potrebe po energiji naj bi po napovedih večine ustanov, ki se ukvarjajo z energetskega statistiki in napovedmi, tudi v prihodnje naraščale. Še bolj kot za najbolj razviti del sveta to velja za hitro razvijajoče se dežele z visoko gospodarsko rastjo. V prihodnosti naj bi se v rabi naravnih energetskega virov zviševal predvsem delež obnovljivih virov (energija površinskih vodá, biomase, vetra, Sonca, Zemljina toplota). Njihov delež v celotni rabi energije znaša danes približno 16 odstotkov (od tega skoraj dve tretjini iz lesne biomase) in stalno raste. Posamezne dežele imajo zelo različne deleže uporabe obnovljivih energetskega virov, na primer v proizvodnji elektrike od nekaj odstotkov do blizu ali celo sto odstotkov (na primer Islandija, Norveška, Nova Zelandija in posamezne pokrajine nekaterih držav). Nekatere oblike uporabe obnovljivih virov so še zelo prvobitne (na primer preprosto kurjenje lesne biomase), druge pa lahko tudi tehnološko zahtevne in drage (na primer fotovoltai-

ka) ali infrastrukturno in okoljsko zahtevne (na primer akumulacijske hidroelektrarne).

Kljub naglemu razvoju obnovljivih energetskega virov fosilni energetskega viri biološkega izvora, imenovani tudi fosilna goriva, kavstobioliti ali ogljikovodiki, kot so premog, surova nafta in zemeljski plin, danes v svetu še vedno prevladujoče, več kot osemdesetodstotno, pokrivajo utečeno proizvodnjo elektrike, toplote in pogonskega goriva. K temu moramo dodati, da iz njih pridobivamo tudi celo vrsto proizvodov petrokemične industrije. Tako lahko predvidevamo, da bodo v naslednjih desetletjih ali stoletju fosilni in jedrski energetskega viri še vedno imeli pomembno vlogo.

Uporaba fosilnih energentov nam torej omogoča udobno življenje, ki bi se mu težko odrekli, po drugi strani pa je človeštvo s pridobivanjem energetskega virov in njihovo uporabo postalo globalni geološki dejavnik z znatnimi vplivi na okolje in prostor.

Za fosilne energetske vire velja, da je med njimi verjetno najbolj »privlačna« nafta, saj iz nje že od konca devetnajstega stoletja na daleč najcenejši način pridobivamo pogonska goriva in celo vrsto petrokemičnih izdelkov. Zato že dolgo velja: kdor ima poceni nafto, si lahko privoščijo bogato gospodarstvo in splošno blaginjo, seveda pa naj bi razvita družba in zlasti lastniki in proizvajalci pri tem ravnali skrajno odgovorno, v smislu trajnostnega razvoja, človečnosti, negrabežljivosti, razvoja novih tehnologij, varčevanja z energijo in uporabe obnovljivih ter alternativnih virov.

Bogastvo, izhajajoče iz razpoložljivosti z nafto, je v dokajšnji meri posledica tega, da nahajališča nafte (in tudi zemeljskega plina) po svetu niso enakomerno razporejena, precej manj enakomerno kot nahajališča pre-

moga in še mnogo manj kot plasti organsko bogatih kamnin, med katere uvrščamo tudi oljne skrilačce. Zato imata zemeljska nafta in plin velik strateški pomen, možnost monopolne trgovine in manipuliranja s preskrbo z energijo dežel, ki so revne z lastnimi energetskimi viri. Še posebej se to pokaže v kriznih časih. Tudi z zalogami zemeljske nafte in plina se v znatni meri manipulira, tako da na primer »skriva« podatke o njihovih nahajališčih, njihovi stopnji raziskavnosti in tehniških možnostih izkoriščanja. Fosilni zemeljski energetski viri, ki v bistvu predstavljajo v na desetine in stotine milijonov let stari fosilni biomasi shranjeno sončno energijo, so glede na čas razvoja človeštva malodane neobnovljivi. Pri sedanjem vedenju o njih in današnjih tehnoloških možnostih njihovega ekonomsko uspešnega (donosnega) pridobivanja imajo torej neko končno mejo svoje razpoložljivosti. Tako opredeljene svetovne zaloge zemeljske nafte in plina, ki jih imenujemo tudi z izrazom »konvencionalne« zaloge, zadoščajo po današnjih »uradnih« ocenah za naslednjih približno 60 do 120 let, kar je razmeroma malo, a enako so govorili tudi že pred približno 40 leti. Vprašanje je tudi, kdaj bomo dosegli vrhunec proizvodnje nafte (*peak-oil*), saj bi ga po prvotnih napovedih (Hubbertovo pravilo) že morali, a ga dejansko še nismo. Mnogo večje kot konvencionalne

zaloge fosilnih goriv so zaloge tako imenovanih »nekonvencionalnih« fosilnih energetskih virov, med katere danes uvrščamo plin v skrilačih (*shale gas*), tesno vezani plin v peščenjakih (*tight gas*), plin v plasteh premogov (*coal-bed methane*), pa tudi oljne skrilačce (*oil shales*), oljne peske (*oil sands*) in za pridobivanje olj in plinov potencialno primerne premoge (*oil-and-gas potential coals*). Z izrazom »nekonvencionalni« viri označujemo te vire zato, ker danes večinoma s konvencionalnimi metodami pridobivanja in predelave (še) niso gospodarsko donosni, a bodo to morda v prihodnosti.

Sedaj pa preidimo k oljnim skrilačcem. Najprej bomo nekaj besed namenili izrazu *oljni skrilačec*, kratki zgodovini uporabe tovrstnih skrilačcev ter njihovi svetovni proizvodnji in zalogam. Sledilo bo nekoliko širše poglavje o njihovih petroloških značilnostih in o oljnih skrilačih oziroma njim podobnih kamninah, ki jih poznamo pri nas.

Izraz *oljni skrilačec*

Izraz *oljni skrilačec* izvira iz besede *oil shale*, ki ga uporabljajo v večini angleško govorečih dežel. V nemščini ga imenujejo *Ölschiefer*. V nekdanji Jugoslaviji so oljne skrilačce raziskovali predvsem v Srbiji in jih imenovali *uljni škrljci*. Tudi v drugih deželah je to danes na splošno privzet izraz, vendar pa so v preteklosti uporabljali še različne druge

Če oljni skrilačec lahko zagori, ga imenujemo tudi gorljivi skrilačec, če je črne barve, pa tudi črni skrilačec (black shale ali black stone). Na fotografiji prikazani kosi oljnega skrilačca so bili »zakurjeniki« podobno, kot bi zakurili kose premoga, lesa ali oglja. Zagorijo lahko tudi spontano v naravi zaradi oksidacije pirita, ki ga vsebujejo, kar opazujemo predvsem kot dimljenje iz razpok (podobno poznamo tudi spontano gorenje premoga). Po koncu izgorevanja dobi neizgorela kamnina rdečkasto, rumenkasto ali oranžno barvo. Zelo nazorne slike, kakšni so videti oljni skrilačci v naravi, najdete na <http://www.southampton.ac.uk/~imw/kimfire.htm>. Vir fotografije: Wikipedia – https://en.wikipedia.org/wiki/Oil_shale, avtor fotografije: Ian West.



izraze, kot na primer: *gorljivi skrilavec* (*gorjučieslanzi* v ruščini, *Brennschiefer* v nemščini) ali pa *bituminozni skrilavec* (*schistes bitumineux* v francoščini, *Bituminöser Schiefer* v nemščini). Izraz *Brennschiefer* smo v preteklosti v žargonskem jeziku uporabljali tudi pri nas. Najdemo ga na primer v nekaterih starejših popisih jeder vrtn, opisih kamnin v rudnikih in podobno, predvsem v zvezi z nekaterimi plastmi premogov.

Kratka zgodovina uporabe oljnih skrilavcev

Prvo veliko zanimanje za oljne skrilavce je nastopilo v času industrijske revolucije v 18. in nato 19. stoletju. Že leta 1694 so v Veliki Britaniji izdali patent za predelavo oljnih skrilavcev, vendar pa se je industrija njihove predelave nato razvila predvsem v 19. stoletju, in sicer v Veliki Britaniji, na Škotskem, v Franciji, Avstraliji, Braziliji in Švici, na začetku 20. stoletja pa tudi na Švedskem, v Švici in Estoniji. Oljni skrilavci, zlasti pa premogi, med njimi še posebej tisti s spropelskim značajem, so bili podlaga razvoju organske kemije v 19. stoletju, ki so jo na začetku imenovali kar *premoška kemija* (*coal chemistry*).

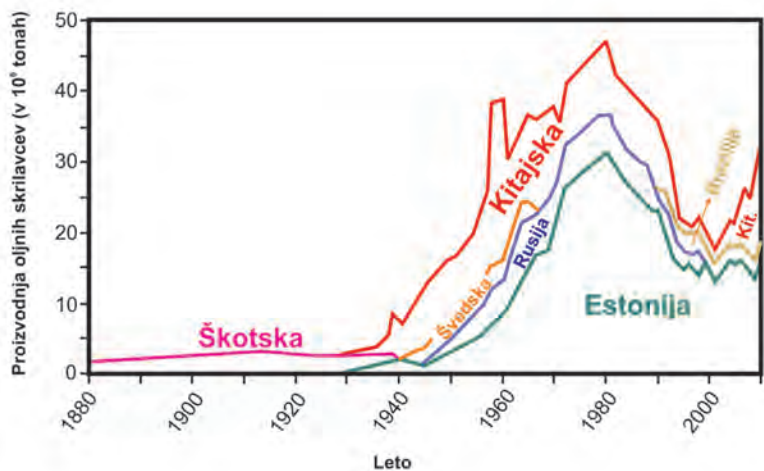
Oljni skrilavci so imeli gospodarsko razmeroma največji pomen pred uveljavitvijo ra-

be nafte, to je približno pred letom 1880. Iz nafte je bilo nato poleg pogonskih goriv, kar je bila glavna privlačnost nafte, mnogo ceneje pridobiti tudi celo vrsto organsko-kemičnih sestavin (olja, maziva, smole, voski, plastika, izolacijski materiali, farmacevtski in kozmetični proizvodi in tako dalje). Zato je gospodarski pomen oljnih skrilavcev z razcvetom nafte upadel. Industrija oljnih skrilavcev je v deželah Evrope in Severne Amerike od konca 19. stoletja do leta 1935 stagnirala s proizvodnjo predvsem na Škotskem.

Zanimanje za oljne skrilavce in tehnologijo njihove predelave je bilo v 20. stoletju vedno povezano s cenami in/ali dostopnostjo surove (zemeljske) nafte in plina. Vedno je bilo to zanimanje veliko ob visokih cenah nafte in plina (in njuni manjši dostopnosti) in obratno, pa tudi v obdobjih raznih političnokonfliktnih dogodkov in vojn. Podobno je tudi danes.

Proizvodnja oljnih skrilavcev

Pred drugo svetovno vojno je bila vodilna proizvajalka oljnih skrilavcev Škotska s proizvodnjo manj kot 2 do 3×10^6 ton letno. Po letu 1950 je začela svetovna proizvodnja naglo naraščati in je dosegla višek leta 1980, ko je dosegla dobrih 45×10^6 ton. To je bil čas po letu 1973, ko je zahodni svet priza-



Svetovna proizvodnja oljnih skrilavcev v 10^6 tonah letno.

Diagram sicer kaže velik dvig svetovne proizvodnje med letoma 1940 in 1980, a dejansko predstavlja celotna proizvodnja oljnih skrilavcev v primerjavi z na primer premogom ali nafto neznatno količino.

Vir: Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Oil_shale. Avtorja diagrama: P. Allix in A. K. Burnham, 2010.

dela naftna kriza s cenami nafte več kot 40 dolarjev za sodček. Glavne proizvajalke v obdobju pred letom 1980 so bile Estonija, Kitajska in Rusija. Zadnjih 45 let je daleč največja svetovna proizvajalka oljnih skrilavcev Estonija z letno proizvodnjo od 15 do 30×10^6 ton letno, sledi pa ji Kitajska. Rusija je proizvodnjo skoraj opustila okoli leta 2000, spodbudili pa sta jo gospodarsko hitro rastoči Brazilija (po letu 1990) in ponovno Kitajska (po letu 2000). Zaradi Kitajske se svetovna proizvodnja oljnih skrilavcev po letu 2000 zopet povečuje in danes zopet presega 30×10^6 ton letno.

Iz navedenih količin lahko povzamemo, da predstavlja celotna proizvodnja oljnih skrilavcev v primerjavi z ostalimi fosilnimi gorivi, to je nafto, premogom in plinom, globalno gledano le neznatno količino. Svetovna letna proizvodnja 40×10^6 ton oljnih skrilavcev pomeni na primer le desetkratno letno proizvodnjo velenjskega lignita v Sloveniji (4×10^6 ton) ali pa le petino današnje letne proizvodnje lignita v Nemčiji. Za primerjavo še tale podatek: svetovna poraba nafte je bila po podatkih CIA – World Factbook leta 2010 več kot $5,5 \times 10^9$ ton.

Povsem drug pomen kot proizvodnja imajo svetovne zaloge oljnih skrilavcev kot potencialni, danes še tako imenovani »nekonvencionalni« energetski vir prihodnosti. Različni viri navajajo precej različne ocene zalog. Po podatkih Statističnega urada Organizacije združenih narodov znašajo potencialne svetovne zaloge oljnih skrilavcev (kot kamnine) dobrih 400×10^9 ton. Če privzamemo, da iz ene tone oljnega skrilavca pridobijo 100 litrov olja (glej v nadaljevanju tega članka), znašajo te zaloge 400×10^{11} litrov ali 40×10^9 ton (oziroma nekaj manj, ker je liter s pirolizo pridobljenega »olja« nekoliko lažji od enega kilograma).

Poleg tega, da je izkoristek koristnih snovi iz oljnih skrilavcev razmeroma majhen v primerjavi s tržno privlačnimi konvencionalnimi premogi, nafto in plinom, je tudi rudarsko pridobivanje oljnih skrilavcev pa tudi

oljnih peskov ekološko in prostorsko občutljivo. Če se odločimo za rudarjenje oljnih skrilavcev ali oljnih peskov, poteka njihovo pridobivanje večinoma z dnevnimi kopi na površini, in to na velikih površinah. Zato se danes oljni skrilavci (in oljni peski) pridobivajo predvsem v odmaknjenih nenaseljenih predelih, ki pa morajo biti po eksploataciji rekultivirani v čim bolj prvotno stanje. V Evropi, razen v Estoniji, danes večinoma prav iz teh razlogov glinastih skrilavcev skoraj ne izkoriščamo. To pa seveda ne pomeni, da tovrstne organsko bogate kamnine tudi sedaj niso predmet preučevanj, kot so bile v različnih prejšnjih obdobjih. V desetletjih po drugi svetovni vojni je bilo na primer zelo aktualno iskanje tako imenovanih črnih glinavcev (*black shales*), ki niso bili toliko zanimivi kot morebitni oljni skrilavci, kolikor so bili zanimivi kot nosilci nekaterih redkih prvin, vključno z uranom, torijem, svincem, cinkom, vanadijem, germanijem, živim srebrom, arzenom, molibdenom in tako dalje. V geologiji in rudarstvu na splošno velja, da so izrazito temne kamnine perspektivne za iskanje nekaterih rud.

Osnovne petrološke značilnosti in nastanek oljnih skrilavcev

Za oljne skrilavce je že na prvi pogled značilno, da so temne barve – temnosive ali črne, lahko tudi rjave. Če so črni, jih marsikje imenujejo *črni kamen* ali v anglosaškem svetu *black rock*. Pri takih kamninah je, če jih udarimo na primer s kladivom, pogosto navzoč »vonj po bitumnu«. Temna črna, siva ali rjava barva in vonj po bitumnu sta nedvoumna znaka navzočnosti organske snovi – in ta je v primeru oljnih skrilavcev v veliki meri sapropelskega tipa (in ne lesnega huminitnega tipa, kot v primeru večine premogov). Izraz *oljni skrilavec* izvira iz dejstva, da je prevladujoči mineralni del teh kamnin najpogosteje drobnozrnati glinavec (zrna so manjša od 2 mikrometrov) ali muljevec (velikost zrn do 63 mikrometrov), ki pogosto kaže skrilavo teksturo. Vendar pa mo-

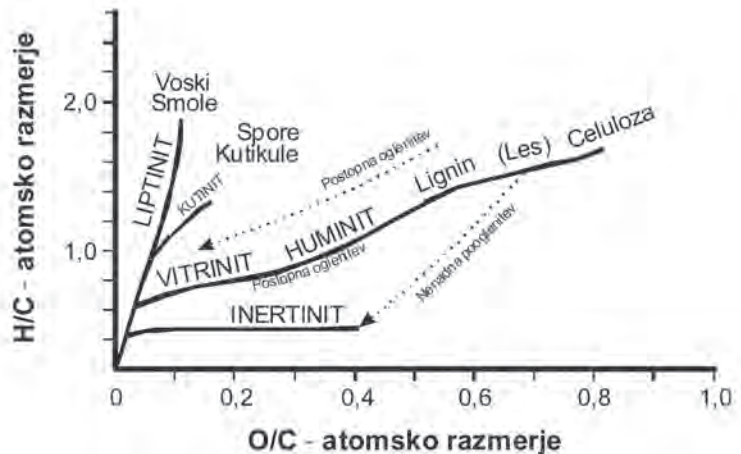
ramo takoj povedati, da je skrilavost le ena od možnih tekstur teh kamnin. Lahko so namreč tudi pasovite, laminirane, plastnate ali pa masivne. Poleg tega so to vedno sedimentne kamnine in ne metamorfne, kamor sodijo skrilavci v pravem pomenu besede. Bolje bi jih bilo torej imenovati *oljni muljevci* (če so pretežno silikatne sestave) ali pa *oljni karbonatni muljevci* (če so karbonatni). Skupaj z drobnozrnatimi sedimenti, ki se usedajo v mirnih, nizkoenergetskih okoljih, se useda tudi organska snov, ki se nato tu ohrani zaradi anoksičnih razmer (razmer brez vsebnosti kisika). Glinavce sestavljajo predvsem minerali glin, muljevce pa poleg teh še zrnca kremenca in v manjši meri zrnca glinencev, karbonatov, sljude, odlomkov kamnin in lupinic fosilov. Organska snov oljnih skrilavcev sestavljajo različno spremenjeni rastlinski in živalski ostanki. Rastlinski ostanki v organski substanci oljnih skrilavcev so po izvoru fitoplankton, alge, bakterije, spore, pelod, kutikule ter poogleneli (huminitizirani ali vitrinitizirani) ostanki kopenskih rastlin. Živalske ostanke pa predstavljajo predvsem zooplankton, pa tudi ostanki večjih vodnih živali.

Oljni skrilavci vsebujejo – za razliko od večine ostalih fosilnih goriv – manj organskih kot anorganskih sestavin. Podobno velja tudi za oljne peske. Razmerje med organsko in anorgansko snovjo v oljnih skrilavcih redko preseže 1 : 4. Utežno znaša delež organske snovi v oljnih skrilavcih najpogosteje od 15 do 20 odstotkov. Kot posledica tega sledi, da s pirolizo (segrevanjem brez prisotnosti zraka) pri temperaturi več kot 500 stopinj Celzija pridobimo iz ene tone oljnega skrilavca približno 100 litrov olja, lahko tudi nekaj 10 litrov manj ali več. Približno velja, da dobimo iz skupne količine organske snovi oziroma kerogena (to je netopne organske snovi) približno 50 odstotkov oljnih produktov. Kurilna vrednost oljnih skrilavcev se giblje od manj kot 5 (nizkokalorični oljni skrilavci) do več kot 9 megajoulov na kilogram (MJ/kg) (visokokalorični oljni skrilavci), izjemoma do 12 do 13 megajoulov na kilogram, in je, tehnološko gledano, odvisna od deleža anorganskih primesi.

V primerjavi s premogi vsebuje organska snov oljnih skrilavcev razmeroma visok delež vodika (do 10 odstotkov in več), vendar pa seveda manj kot surova nafta. Vsebnost vodika je pomembna, ker daje pri izgoreva-

Van Krevelen, nizozemski kemik, ki je pri svojih raziskavah združeval kemijo, petrologijo in fiziko organske snovi (imel je predavanje tudi na našem Kemijskem inštitutu), je v petdesetih letih dvajsetega stoletja ugotovil, da je možno celotno geološko organsko snov glede na atomska razmerja med vodikom in ogljikom in med kisikom in ogljikom ter odnosom med obema razmerjima, kar vse skupaj označujemo kot vodikovo-ogljikova (H/C) – kisikovo-ogljikova (O/C) razmerja, pojasniti s tremi vrstmi (tipi) organske snovi in njenimi »potmi zorenja«.

Graf je prevrten iz knjige Tissot in Welte (1984).



nju razpad vodikovo-ogljikovih (H-C) vezi več energije kot pa razpad kisikovo-ogljikovih (O-C) vezi.

Organska masa se v sedimentu ohrani v z vodo prepojenih anoksičnih, redukcijskih razmerah, to je najpogosteje v primeru usedanja drobnozrnatih sedimentov na območjih obsežnih šelfov (celinskih polic) in njihovih globljih delov ali pa tudi v jezerskih okoljih. Količinsko gledano so bila v geološki zgodovini za nastanek oljnih skrilavcev pomembna zlasti obširna morska območja celinskih polic, medtem ko so bila jezerska okolja prostorsko omejena. Vedeti namreč moramo, da so oljni skrilavci večinoma gospodarsko pomembni le, če je njihova prostorska razprostranjenost velika.

Izvirno organsko snov oljnih skrilavcev predstavlja kemično podobna snov kot snov za nastanek zemeljske nafte, to je organska snov oziroma kerogen (netopna organska snov) tako imenovanega tipa I in delno tipa II. V tipih organske snovi I in II zavzema bistveno mesto maceralna združba, katere izvor so alge in jo imenujemo alginin. V tipu organske snovi I zavzema pomembno mesto tudi plankton, ki pa je večinoma izvor za nastajanje nafte. Za nastajanje plinov je odločujoča izvirna organska snov tipa II in III, za premoge pa tipa III (kopenske rastline).

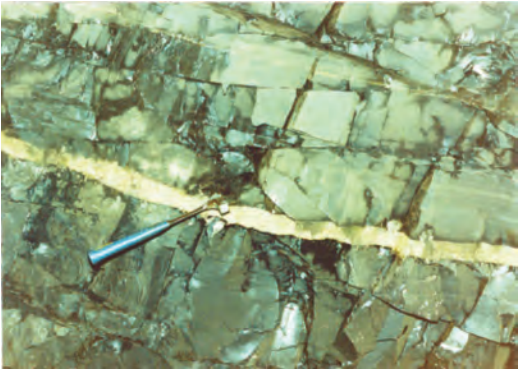
Če imamo torej organsko snov (kerogen) tipa III, to je izvirno celulozno-ligninsko bogato drevesno, grmičevnato-travnato in mahovnato kopensko organsko snov, bodo iz nje nastali humusni premogi. Če pa imamo organsko snov tipa II in I (proti razpadanju najbolj odporne sestavine kopenskih rastlin, alge, plankton in podobno), bodo iz nje nastali sapropelski premogi (več kot 50 odstotkov organske snovi) ali oljni skrilavci (manj kot 50 odstotkov organske snovi). Pri višanjju stopnje geotermičnega zorenja organske snovi prehaja celulozno-ligninska organska snov od lignitov proti črnim premogom in antracitu, organska snov sapropelskega zna-

čaja pa se pri nižjih stopnjah termičnega zorenja ohranja kot organska sestavina v oljnih skrilavcih, pri višjih pa prehaja v nafto in plin.

Oljni skrilavci v Sloveniji

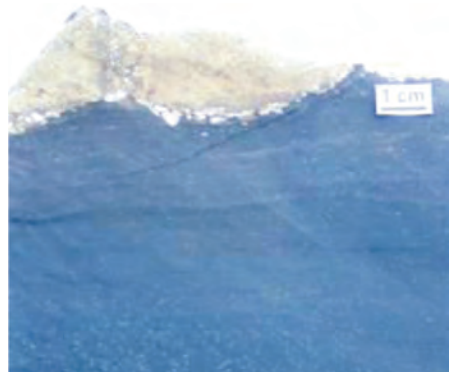
Za Slovenijo naj morda najprej omenimo pojavljanje visokopepelnega sapropelskega premoga v krovlini zasavskega premogovnega sloja, ki je sicer normalnega huminitnega tipa. Sloj tega sapropelskega premoga, ki ima nekaj lastnosti podobnih oljnim skrilavcem, se razteza in postopno debeli od Trbovelj proti vzhodu (odebeljevanje proti Panonskemu bazenu). Debel je od nekaj centimetrov do morda deset metrov, lahko tudi več, zlasti proti vzhodu. V zasavskih premogovnikih ga nikoli niso izkoriščali. Sapropelski premog nad »glavnim« premogom je bil znan kot »črna krovlnina«. Njegova pepelnost (na suho stanje, to je brez vode) znaša od 40 do 55 odstotkov, kar torej le delno ustreza definiciji oljnega skrilavca, ki ima več kot 50 odstotkov pepelnega ostanka. Izstopajoča tudi ni vsebnost vodika, ki se giblje (preračunano na čisto organsko snov) okoli petih odstotkov, enako kot v premogu. Že ta podatek govori predvsem za huminitno, ne pa za sapropelsko organsko snov. Kurilna vrednost črne krovline (na stanje z vodo in pepelom) znaša zaradi visoke vsebnosti anorganskih snovi od 10 do 13 megajoulov na kilogram, kar je manj kot v premogovem sloju, kjer dosega kurilnost od 15 do 20 megajoulov na kilogram. Še najbolj značilna lastnost, ki govori nekoliko v prid oljnim skrilavcem, je pojavnost alge *Botryococcus*, ki pa je značilna tako za sapropelske premoge kot za oljne skrilavce. Nobenega novejšega podatka tudi nimamo o pirolizi omenjene črne krovline. Morda nekateri podatki kljub vsemu obstajajo iz petdesetih in šestdesetih let prejšnjega stoletja.

Za ostale predele Slovenije nimamo skoraj nobenih podatkov o »pravih« oljnih skrilavcih. V Južnih Alpah in Dinaridih zahodne



Črna krovina nad glavnim slojem premoga v Zasavju. Sloj premoga ni viden (pod fotografiranim delom), črna krovina pa sega do svetlega tufskega vložka, ki je označen s kladivom. Nad tem vložkom je krovni lapor.

Posnetek iz jame Ojstro – fotografiral J. Uban, 1990.

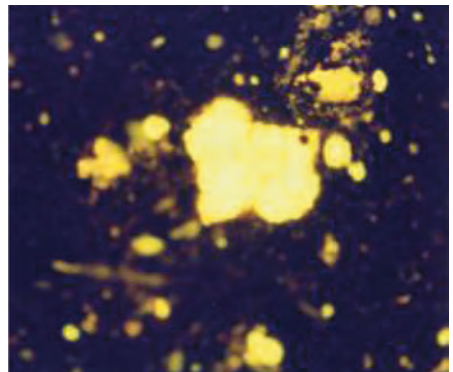


Kos oligocenskega sapropelskega premoga iz Trbovelj (desno je prežagan isti kos kot na levi) – rudarji so ga imenovali črna krovina. Kos na levi kaže školjkast lom, na rezani površini na desni pa vidimo rahlo izraženo laminacijo in zgoraj del tufskega vložka (smrekovskega andezitnega tufa). Vzorec sta dostavila B. Bravec in G. Hafner. Foto: Miloš Markič, 2006.

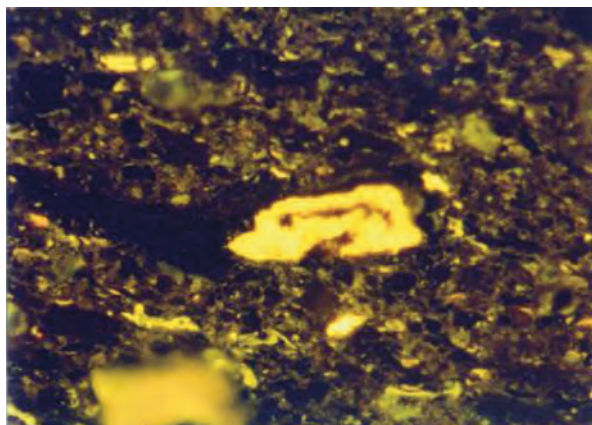


Črna krovina nad premogom v Trbovljah – belo so zdrobljene kalcitne lupinice školjk in polžev. Vzorec dostavila B. Bravec in G. Hafner.

Foto: Miloš Markič, 2006.



Alga Botryococcus v črni sapropelski krovini trboveljskega premoga, slikana pod mikroskopom pri dvestokratni povečavi. V modri svetlobi alga fluorescira rumeno, rumeno fluorescirajo tudi drobnejše liptodetrinitne sestavine okoli nje. Alga spominja na obliko »možganov«. Arhiv mikropetrografskih vzorcev slovenskih premogov, Geološki zavod Slovenije.



Črna krovina trboveljskega premoga pod mikroskopom v odsevni ultravijolični svetlobi. Kar fluorescira rumeno, je sapropelska liptinitna snov, kar je črno, pa je pooglenela (karbonizirana) lesna snov, ki jo v petrografiji premogov imenujemo huminit. V sredini je debelostenska spora z značilno notranjo ozko podolgovato odprtino.

Arhiv mikropetrografskih vzorcev slovenskih premogov, Geološki zavod Slovenije.

in južne Slovenije se sicer v mezozojskih in terciarnih karbonatnih kamninah dokaj pogosto pojavljajo tako imenovane karbonatne kamnine z vonjem po bitumnu, ki bi pri pirolizi morda dale določeni delež olj. Tudi v Mursko-Zalskem bazenu severovzhodne Slovenije bi zelo verjetno lahko našli z ustrežno (liptinitno) organsko snovjo obogatene sedimente. A dejstvo je, da geoloških formacij Slovenije s posebnim poudarkom na gospodarsko zanimivem pojavljanju organske snovi, ki bi mogla predstavljati oljne skrilarce, nismo nikoli resno preučili. Profesor Marko Ercegovac iz Beograda, ugledni raziskovalec na področju geologije in petrologije organsko bogatih kamnin nekdanje Jugoslavije, je leta 1990 izdal knjigo z naslovom *Geologija oljnih skrilarcev*. V njej med drugim opisuje predvsem oljne skrilarce Srbije, kjer je njihovo raziskovanje tudi doseglo najvišjo raven, omenja pa tudi oljne skrilarce z ozemelj Makedonije in Hrvaške. Slovenije ne omenja. Naš ljubljanski profesor Matija Drovenik v svojem delu *Nahajališča premogov, nafte in plina* iz leta 1984 tudi ne omenja oljnih skrilarcev Slovenije, pač pa oljne skrilarce drugod po tedanji Jugoslaviji.

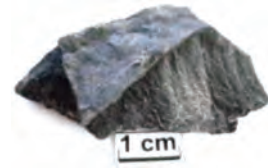
Za Slovenijo torej velja, da naj oljnih skrilarcev ne bi imeli. To pa še ne pomeni povsem zanesljivo, da jih dejansko nimamo, zlasti ne v smislu njihove široke definicije.

Dejstvo je, da oljnih skrilarcev v Sloveniji pod tem imenom nismo nikoli prav posebej raziskovali, vsaj znano to večinoma ni. Posebne gospodarsko-geološke pozornosti v zadnjem času tudi nismo nikdar namenili raznim »črnim« kamninam oziroma *črnim glinavcem (black shales)*. Glede trdnih organskih kamnin je bil v Sloveniji tradicionalno zanimiv torej le premog. A vendar v starejših opisih v zvezi s premogovimi plastmi oziroma premog spremljajočimi plastmi kar pogosto naletimo na izraze *Brennschieffer*, *premoška glina*, *bituminozni apnenec* in podobno, kar bi vse mogli biti dejansko vsaj do neke mere oljni skrilarci. Za Sečovlje in za Rašo na Hrvaškem je znano, da vsebujejo plasti sapropelskega apnenca v spodnjem delu zaporedja plasti premogov v paleogenskih plasteh. Vsi ti različki večinoma niso vzbujali gospodarskega zanimanja, ker so vsebovali prevelik delež anorganskih primesi in kot taki »termoenergetsko« niso bili zanimivi. Za pridobivanje raznih organsko-kemičnih derivatov iz njih pa ni bilo zanimanja, saj to tržno gledano ni bilo niti malo zanimivo. Izjema je obdobje po drugi svetovni vojni, nekako do leta 1960, ko je Kemijski inštitut v Ljubljani kar intenzivno raziskoval naravne organske snovi in produkte iz njih s pirolizo, kromatografijo, rentgenskimi preiskavami in podobno.



Kamolom Podpoljane pri Velikih Laščah – v sredini je vidno nekaj metrov debelo zaporedje tanko plastnatega črnega apnenca in mehkejšega (na površini preperelega) črnega muljevca. Spodaj in zgoraj je plastnati dolomit spodnjetriasne starosti. Desno spodaj je vzorec iz črnih karbonatnih plasti.

Foto: S. Dozet, 2009.



Skupno pojavljanje premogov in oljnih skrilavcev je v svetu pogost pojav. Znani so številni primeri, kjer oljni skrilavci ležijo med plastmi premogov ali pa so z njimi v postopnih prehodih. Pri nas bi bilo v tem smislu zanimivo preučiti nahajališča premogov v Dinaridih (Sečovlje, Vremški Britof, Lipica – Kozina, Rodik, Kočevje, Kanižarica). Iz napisanega torej sledi, da v Sloveniji »na prvi pogled« nimamo privlačnih geoloških formacij z oljnimi skrilavci, kljub temu pa bi bilo v prihodnosti zanimivo določene raziskave usmeriti v iskanje tako imenovanih črnih glinavcev in črnih karbonatnih kamnin. Razen organske snovi so tovrstne kamnine lahko nosilci določenih geokemičnih posebnosti ali celo orudenj.

Glavni uporabljeni viri:

Dozet, S., Kanduč, T., Markič, M., 2012: Prispevek k petrologiji temno sivih do črnih plasti v zgorjemermskih in triasnih karbonatnih kamninah na območju med Ljubljano in Blokami. Geologija, 55/1: 77-91.

Drovenik, M., 1984: Nahajališča premogov, nafte in zemeljskega plina. Ljubljana: Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, FNT Montanistika. 1-94 in 1-127.

Ercegovac, M., 1990: Geologija uljnih škrljaca. Beograd: Građevinska knjiga Beograd. 180 str.

Jelen, B., 1987: Poizkus iskanja organskih parametrov terciarnih sedimentnih kamenin v vzhodni Sloveniji. Geologija, 28/29: 183-197.

Novak, M., 2012: Skrilavec – kamnina leta 2012. Proteus, 74 (9-10): 451-458.

Ogorelec, B., Jurkovšek, B., Šatara, D., Barić, G., Jelen, B., Kapovič, B., 1997:

Potencialnost karbonatnih kamnin za nastanek ogljikovodikov v zahodni Sloveniji. Geologija, 39: 215-237.

Pleničar, M., Ogorelec, B., Novak, M. (uredniki), 2009: Geologija Slovenije. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije. 612 str.

Tissot, B. P., Welte, D. H., 1984: Petroleum Formation and Occurrence. Berlin: Springer-Verlag. 699 str.

Uhan, J., 1991: Geokemične značilnosti premogove plasti v trboveljsko-ojstrški strukturi enoti. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, FNT Montanistika (magistrsko delo). 121 str.

http://en.wikipedia.org/wiki/Oil_shale.

<http://dailyreckoning.com/oil-shale-reserves/>.

<http://www.ren21.net/>.

Kostarika – marsičesa o njej še ne vemo

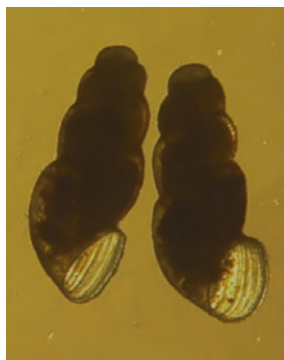
Boris Sket

Po vrsti člankov, v katerih so nas udeleženci študijske-študentske odprave seznanili z bogato naravo Kostarike, se seznanimo še z nekaj podrobnostmi. Podzemeljskih živali je v tropih razmeroma malo, v Kostariki še posebej, pa vendar smo nekaj takšnega našli tudi tam. Bogata pa je v tropih favna sladkovodnih kozic, vendar bomo v prispevku izvedeli, da tudi te ljubke živalce zastavljajo znanstveniku še veliko vprašanj.

Bralci *Proteusa* ste že kar izdatno seznanjeni z naravo Kostarike, njenim bogastvom in njenimi posebnostmi. To je eden redkih dostopnih in tudi res lepo ohranjenih tropskih »rajev«, ki ga kot takega tudi uradno obravnavajo. In država ima prav naravo predvideno za enega glavnih virov dohodkov. Po nekaj razočaranjih, ki sem jih že doživel v drugih tropskih deželah, sem se zato z velikim navdušenjem pridružil »odpravi«, ki sta jo kolegica in kolega pripravila predvsem za študente. Posledica dostopnosti te dežele, zlasti za Američane, je tudi izredno bogata literatura o favni in flori Kostarike. A poleg možnosti za »ekoturizem«, za zadovoljevanje

naravoslovne radovednosti, sem tam videl tudi nekaj strokovnih izzivov: podzemeljsko živalstvo in sladkovodne kozice. Seveda sem moral pri svoji dejavnosti upoštevati program naše študentske skupine, ki mi je tudi največ obetal pri seznanjanju s tropsko favno, vegetacijo in floro. Pa vendar lahko zaključimo vrsto prispevkov z odpiranjem novih vprašanj, kakršnih je seveda še obilo. Srednja Amerika jugovzhodno od Mehike sicer nima večjih kraških površin in **podzemeljskih živali** je od tod znanih le malo. A nekaj kraških zaplat je tudi v Kostariki, o podzemeljskih živalih pa ni znanega čisto nič gotovega. Vendar je narodni park Piedras Blancas (Bele skale!) dobil ime prav po zakraselih apnencih. Nekaj jam je znanih. In ob rečicah v okolici postaje La Gamba so tudi obsežna prodišča z intersticialno vodo. Ker je ravno priložnost, velja pogledati, ali lahko dopolnimo védenje o tropski podzemeljski favni.

Do intersticialne vode pridemo najpreprosteje z metodo, imenovano »sonda Karaman-Chappuis«. Vpeljana in imenovana je po odkritelju intersticialne favne, jugoslovanskem zoologu Stanku Karamanu, in njegovem francoskem kolegu Pierre-Alfredu Chappuisu. Preprosto: v prodišču izkopljemo jamico, vanjo se začne izcejati voda iz prodišča, to pa zajemamo in precejamo skozi gosto mrežico. Tako so bile v tridesetih letih



Polžek iz intersticialne vode reke Rio Bonito v Kostariki. Morda pripada rodu Andesipyrqus.

Foto: Boris Sket.



Hrošček rodu Neelmis iz potoka v kostariški jami Caverna Emus. Morda je troglobiont. Foto: Boris Sket.

prejšnjega stoletja odkrite prve intersticialne živali ob makedonskem Vardarju.

Tako smo se lotili dela tudi na lepih prodiščih ob reki Rio Bonito v bližini postaje La Gamba. Izplen ni bil velik. Kot običajno smo tudi tukaj našli največ površinskih živali, a še teh malo. Največ je bilo ličink mušic trzač iz družine Chironomidae. Razmeroma veliko je bilo tudi rakcev ceponožcev (Copepoda), seveda nedoločene vrste ali vrst, morda tudi kakšne podzemeljske, bolj verjetno pa ne. A razveselili smo se kar desetih osebkov drobnih polžkov, ki očitno pripadajo neki (vsekakor še neopisani, »novi«) podzemeljski vrsti. Morda sodi v rod *Andesipyrgus*, a tudi to bo moral kak specialist preveriti z anatomsko ali molekulsko analizo. Rod sta sicer postavila Američan Robert Hershler in naš France Velkovrh za vrsto, ki smo jo bili pred leti našli v kolumbijskih in ekvadorskih jamah.

Obiskali smo tudi nekaj kraških jam. Za moje zanimanje je bilo največ pričakovati od jame Caverna Emus pri kraju Rio Claro. Skoznjo namreč teče podzemeljski potok. Na kakšno bogato poseljenost nismo naleteli in tudi tukaj vsaj prevladujejo površinske živali. Najopaznejši je somček, ki verjetno pripada rodu *Trichomycterus*. Za kak prst dolgi in debeli trihomikteri so kar pogosti v tropskih jamskih vodah in nekaj vrst se je temu tudi prilagodilo z zakrnavanjem kožnega pigmenta in oči. Tukajšnji je ohranil normalno podobo poršinskih vrst, če izvzamemo bolj blede obarvanost kože. Podobno je tudi z rakovicami, ki so v tropskih jamah – in gozdovih – pogoste. Našli pa smo tudi prej omenjeni vrsti podobnega polžka in en sam osebek vodnega hroščka *Neoelmis* sp. iz družine Elmidae. Ima sicer razvite oči, je pa zelo blede obarvan. To lahko pomeni, da gre za podzemeljsko žival – ali pa je le tako sveže levljen iz bube, da se še ni utegnil normalno obarvati. Specialist Bill Sheppard pravi, da je verjetno nova vrsta, a ga bo težko taksonomsko ovrednotiti, saj je rod zelo

bogat, večina vrst pa je opisanih po (sicer manj informativnih) samicah. Uvrščamo jo v družino Elmidae, bogato zastopano tudi pri nas. To so približno dva milimetra dolgi hroščki, ki živijo predvsem v studencih in dihajo kisik iz vode – ne prihajajo po zrak na površje kot večina vodnih hroščev.

A tudi zunaj vode smo videli nekaj zanimivega. To so subtroglafilne živali, ki v podzemlju prebijejo del svojega življenja, kot so na primer netopirji, ki v jamah predanjujejo. Videli smo tudi manjšo skupino netopirjev vampirjev (najverjetneje *Desmodus rotundus*). Da gre za skupino vampirjev na jamskem stropu, pove že pogled na tla: pod njo se ne nabira sicer običajni kupček gvana, temveč temno obarvana lužica. Vampirji sesajo kri pri spečih sesalcih, tudi pri ljudeh. In seveda so tukaj razni troglokseni, ki v jame zaidejo bolj slučajno ali občasno. Med opaznejšimi so pajkovci nitastonožci (*Amblypygi*). Ljubitelju naravoslovca se bo gotovo zdelo, da specialisti kar prežijo na možnost, da opišejo kako novo vrsto in si tako zagotovijo »nesmrtnost«. V resnici pa sploh ni tako. Taksonomov je razmeroma malo, živalski svet pa je neverjetno bogat. Večina zoologov, ki se ukvarjajo s taksonomijo, je zasedenih z lastnimi projekti. Tuje vzorce bo tak strokovnjak sprejel v obdelavo le, če se kako ujemajo z njegovimi načrti. Neopisanih vrst je še obilo, resen opis zahteva obsežno delo, k imenitnosti avtorja pa resno prispeva le v izjemnih primerih.

Drugo vprašanje, ki sem ga želel načeti, pa je v zvezi s **sladkovodnimi kozicami** družine Atyidae. Atiide so zelo obsežna družina, razširjena predvsem v tropskih in subtropskih vodah, v zmernem pasu jih je le malo. Iz morja so jih izrinile sodobnejše kozice, tam so atiide skoraj le obrobne, v obrežnih jamah s somornico. A tudi med celinskimi je kar nekaj jamskih vrst, taka je naša jamska kozica *Troglocaris anophthalmus*. Posebej zanimivo pa je, da se biogeografija, vzorec razširjenosti teh sladkovodnih živali, ujema z razširjenostjo morskih skupin. Atiide so



večinoma počasne, nežne, tankonoge in prosojne živalce, kakršne pač kozice poznamo. Vendar se je v filogenezi od takšnih kozic odcepila veja (klad), v kateri so spremenjene, čokato vretenaste in včasih še debelonožne vrste. Zdi se, da je to prilagoditev na hitro tekoče vode, saj vrste te veje prebivajo med prodrom v potokih in so tudi zelo moč-

ni plavalci. Pravzaprav je ta veja sestavljena iz dveh povsem različnih podvej. Vrste ene od podvej, semkaj sodi tudi rod *Atya* (po katerem je poimenovana družina), poseljuje predvsem vode, ki se zlivajo v atlantsko Karibsko morje, torej v potoke na Karibih, Srednji Ameriki, na severu Južne Amerike, in celo v zahodni Afriki. A nekaj vrst



Zelo opazne tropske živali so nitastonožci (Amblypygi), ki jih bomo najverjetneje srečali v vhodnih delih jam. Strašljivo podoba jim dela drugi par okončin, to so trnasti pedipalpi. Prvi par nog pa imajo močno podaljšanih v nekakšne nitaste tipalke. Foto: Boris Sket.

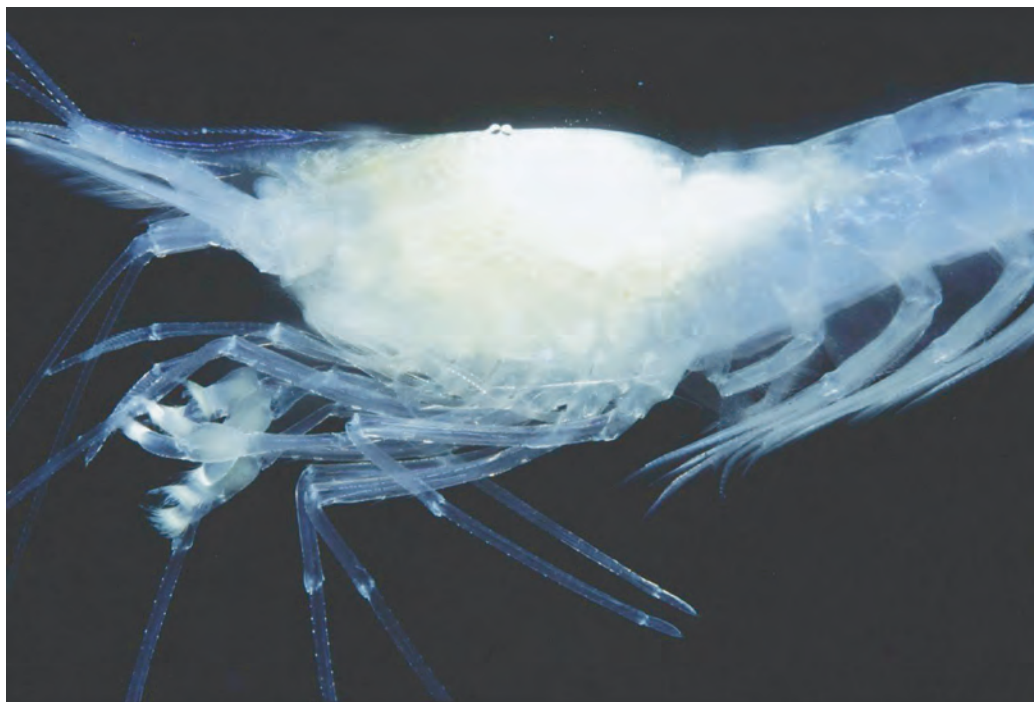
kljub navzočnosti nekaterih rodov ali celo vrst na obeh obalah Srednje Amerike upam domnevati, da je razširjenost teh živali po-gojena z razvojem morij? Zelo verjetno je, da je do razširitve njihovih območij razširje-nosti z atlantske na tihomorsko stran prišlo pozneje, morda nedavno. Kar trije načini so mogoči.

Lahko, da so te živali obšle Srednjo Ame-riko, še preden se je ta v celoti sklenila med Severno in Južno. Kdaj se je srednjeameriško kopno dokončno sklenilo, še ni zaneslji-vo znano, a najbolj verjetno pred 2,7 milijona let. To pa je že tako dolgo nazaj, da bi se populacije z atlantske in s tihomorske strani verjetno (!) ločile v samostojne vrste, kar bi verjetno (!) prepoznali tudi po različnosti njihovih podob. Zares ni ne eno ne drugo povsem zanesljivo.

Bolj verjetno je, da so se živali razširile na tihomorsko stran pozneje, za kar sta na vo-ljo še vedno dva načina. Sladkovodne kozice so nepričakovano dobri plezalci. Vzpenjajo se tudi po povsem navpični in skoraj gladki skali, po kateri polzi vodni curek. Tako so se v atlantskih vodah lahko razširile do izvirov in ob deževju tudi mimo njih do po-tokov, ki tečejo v drugo smer, proti Tihemu oceanu. Drugo možnost ponuja razvoj po-vodij, tako imenovana piraterija. V izvorišču vodotokov poteka vzvratna erozija, s čimer se struga daljša v vzvratni smeri. Tako se lahko podaljša tudi do struge nekega dru-gega vodotoka in končno se višji del enega prelije v drugega, s seboj pa seveda potegne tudi živalski svet.

Druga molekulsko določena podveja takih vretenastih kozic je razširjena samo v ob-

te skupine najdemo v potokih na tihomor-ski strani Srednje Amerike. Po potokih in rečicah istega povodja se te »sladkovodne« kozice zlahka razširjajo, iz ustja v ustje. Njihovi najmlajši stadiji se namreč razvija-jo v somornici rečnih ustij ali blizu njih v morju, šele z doraščanjem se povzpnejo pro-ti toku v povsem sladko vodo. Kako pa si



Tudi naša jamska kozica (Troglocaris) sodi v družino Atyidae, ima pa običajno kozičjo postavo. Krtačke na vrhu klešč so značilnost vse družine. Z njimi pobirajo bakterije in organski drobir ter ga nosijo k obustnim okončinam. V Kostariki nismo našli jamskih kozic, čeprav so takšne raztreseno navzoče po vsem svetu. Foto: Boris Sket.



Ena od vretenastih atiid v svoji običajni drži. Nekatere sorodne vrste imajo še močno odebeljene tretje noge. Tako je videti živa tudi Archaeatya, a slikani osebek je vzet iz alkohola. Foto: Boris Sket.



Portret južnoameriškega, za mezinec dolgega somčka trihomikterida (rodu Trichomycterus ali Ituglanis), kakršni pogosto zaidejo v jamske vode. Nekaj vrst pa je tudi troglobijskih.

Foto: Boris Sket.



Zagonetna kozica Archaeatya, vzeta iz alkohola. Žaliva je podobna kot osebek na levi sliki.

Foto: Boris Sket.

močju Indopacifika, med Havaji, Polinezijo in Avstralijo. A podobno vrsto nedoločenega izvora so našli tudi na tihomorskem otoku Kokos in potem še na tihomorski strani bližnje srednjeameriške kopnine – ne pa na njeni atlantski strani. Zastavlja se biogeografsko zanimivo vprašanje: ali je to pripadnik tihomorske filogenetske veje ali pa se je ta *Archaeatya* razvila iz kakšnega od atlantskih prebežnikov. Morfološko se to ne da ugotoviti, preveč so si vrste obeh skupin podobne. Dokaj zanesljiv odgovor bi lahko dala molekulska filogenetska analiza, za ka-

tero pa je potreben primerno konzervirani vzorec. No, z nemalo truda sem arheatio našel, jo primerno spravil (v koncentriranem alkoholu) in zdaj vzorec čaka, da bo postal zanimiv kakšnemu od tovrstnih raziskovalcev. Vprašanje ostaja odprto.

Rumena mrzlica in malarija – množični morilki pri gradnji Panamskega prekopa

Ob stoletnici gradnje in njegovi načrtovani širitvi

Zvonka Zupanič Slavec

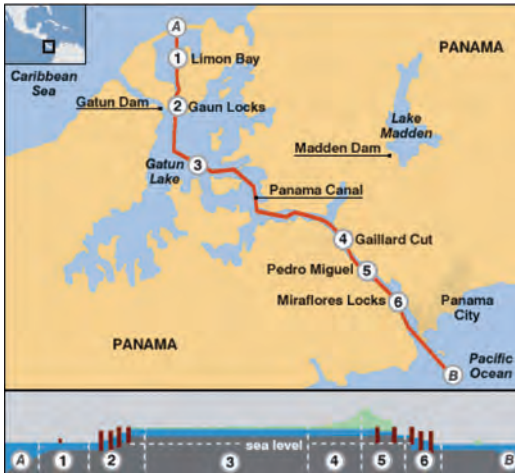
Panamski prekop je drastično skrajšal plovno pot med vzhodno obalo Združenih držav Amerike in njenim jugom ter povezal Atlantski in Tihi ocean. Po velikem podvigu s Sueškim prekopom leta 1869 je predstavljal drugi tovrstni svetovni tehnični dosežek gradbene stroke. V skoraj dvajsetletnem času gradnje so ga gradili francoski in ameriški strokovnjaki. Ob izgradnji te 82 kilometrov dolge umetne vodne poti je umrlo več kot 25.000 delavcev. Najhujši krivec za to so bile tropske bolezni, predvsem rumena mrzlica. Ko so Francozi obupali zaradi izrednih človeških žrtev in se spriznili z umikom, so po odkritju komarjev, ki prenašajo povzročitelje rumene mrzlice in malarije, ter razumevanju življenjskega kroga plazmodijev (parazitov, ki povzročajo malarijo) in virusov rumene mrzlice (arbovirusov) Američani nadaljevali z delom tam, kjer so ga končali Francozi, a s predhodno sanitacijo panamskega območja. Trud se je obrestoval in leta 1914 so prve ladje preplule prekop. Minilo je skoraj stoletje, vodni promet se je drastično povečal in pripravljajo širitev prekopa.

Francozi po Sueškem kanalu gradijo Panamski prekop

Panamski prekop so sprva poskušali graditi Francozi pod vodstvom Ferdinanda de Lessepsa (1805-1894), ki so pred tem že gradili egipčanski prekop v Suez. Ta se je nahajal v puščavskem svetu, kjer so vladale popolnoma drugačne zdravstvene razmere kot v Panami. Ko so francoski graditelji po letu 1880 s svojim zdravnikom dr. Louisom Campanyo prišli v Panamo, so se srečali s tropskim podnebjem in boleznimi, ki so tam vladale. Malarija in rumena mrzlica (*febris flava*) še nista bili preučeni, poznani pa sta bili od nekdanj po svojem bolezenskem poteku. Strokovnjaki so sprva mislili, da sta posledici slabih higienskih razmer in nezdravega podnebjja (italijansko *mal' aria* – slab zrak). Kinin, pridobljen iz lubja kininovca, ki so ga Perujci od nekdanj uporabljali proti tej bolezni, so v razvitem svetu poznali od sredine 18. stoletja in so ga v Panamo prinesli tudi francoski zdravniki. A to ni zadoščalo. Tudi trupla umrlih so hitro odstranjevali, pa so delavci vseeno množično umirali. Pri gradnji panamske žele-



Zemljepisni prikaz Panamskega kanala. Vir: Wikipedija.



Zgradba Panamskega prekopa.

»Prekop ima dva sklopa zapornic na tihooceanski in enega na atlantski strani. Med njima leži Gatúnsko jezero s številnimi otoki. Njegova gladina leži 26 metrov nad morjem, napaja pa ga v ta namen zajezena reka Chagres. Trojne atlantske zapornice (vsaka je visoka 21 metrov in tehta 745 ton) pri Gatúnu so tako dobro uravnotežene, da za njihovo premikanje zadostuje 30-kilovatni motor. Iz jezera nato ladje plujejo skozi prvi tihooceanski sklop pri Pedro Miguelu, nato pa še skozi drugega pri Mirafloresu. Pacifiška ima mnogo višje plime od atlantske. Vse zapornice so podvojene, da lahko ladje plujejo v obe smeri. Skozi prekop jih vlečejo z majhnimi lokomotivami.«

Vir: http://sl.wikipedia.org/wiki/Panamski_prekop.



Francosko pokopališče ob Panamskem prekopu.

Vir: Google slike.



Panamski prekop.

Vir: Google slike.



Gradnja Panamskega kanala leta 1907. Vir: Google slike.



Graditelji Panamskega prekopa. Vir: Muzej Panamskega prekopa, Google slike.

znice (1850-1885) je umrlo približno 12.000 delavcev, pri gradnji prekopa pa kar 22.000!

Znanstveniki razkrivajo skrivnosti tropskih bolezni

Komarji okoli leta 1880 še niso bili prepoznani kot prenašalci rumene mrzlice in malarije, zato tudi bivališča niso imela zamreženih oken in vrat. Okoli panamskega prekopa je bilo veliko stoječih voda, ki so nudile idealne razmere za razmnoževanje komarjev.

Leta 1897 je v Indiji rojeni angleški zdravnik sir Ronald Ross (1857-1932) ugotovil, da komarji vrste *Anopheles prenašajo povzročite-*

lje malarije, plazmodije, in za to leta 1902 prejel Nobelovo nagrado za medicino ali fiziologijo. To je bilo izjemno odkritje, ki je vodilo k rešitvi problema komarjev kot prenašalcev malarije.

Leta 1904 so znanstveniki ugotovili, da tudi rumeno mrzlico prenašajo komarji, a druge vrste, *Aedes aegypti* (danes poznamo še drugo vrsto komarjev prenašalcev rumene mrzlice – *Haemogogus*, vemo pa, da *Aedes aegypti* prenaša tudi dengo). Ker so ta spoznanja obetala možnost preprečevanja rumene mrzlice in malarije, so se Američani lažje odločili za gradnjo Panamskega prekopa.



Sir Ronald Ross (1857-1932), Nobelov nagrajenec za medicino leta 1902. Nagrado je prejel za odkritje, da komarji iz rodu anopheles prenašajo plazmodije, ki povzročajo malarijo.

Vir: Wikipedia.



Komar Anopheles. Vir: Wikipedia.



Komar Aedes aegypti pri vbodu človeka.

Vir: Wikipedia.

Plovba okoli skrajnega roba južne Amerike, viharnega Rta Horn, je bila namreč zelo nevarna.

Strategija zatiranja rumene mrzlice in malarije v začetku 20. stoletja

Leta 1904, ko so Američani sprejeli odločitev za gradnjo, so se odločili, da bodo namenili veliko sredstev za sanitacijo območja ter dvig blaginje prebivalcev in delavcev, ki bi delali v tistem okolju. Za vodjo zdravstvenega nadzora so imenovali zdravnika *dr. Williama Crawforda Gorgasa (1854-1920)*. Pod njegovim vodstvom so tekla vsa prizadevanja za izboljšanje zdravstvenih razmer. Pri programu ga je čvrsto podprl vodja izgradnje panamskega prekopa, glavni inženir Frank John Stevens, ki je delo prevzel sre-

di leta 1905. Sanitacija območja je obsegala *čiščenje okolja in uvedbo karanten*. Najbolj ambiciozni del *zdravstvenega programa* je bilo *prizadevanje za izkoreninjenje komarjev, prenašalcev rumene mrzlice oziroma malarije*. Prenašalci rumene mrzlice živijo v bolj urbanem okolju in jih je zato možno bolj ciljano zatirati kot komarje mrzličarje, ki se razmnožujejo pretežno v močvirjih in so zato težje obvladljivi. Dr. Gorgas je v Panami naletel na veliko nezaupanje v teorijo, da komarji prenašajo malarijo in rumeno mrzlico, zato je prevladoval tudi odpor proti njegovemu preventivnemu programu. Ta je obsegal predvsem *čiščenje okolja, odstranjevanje stoječih voda in uvedbo karanten*. Vendar pa je s podporo glavnega inženirja gradnje kanala Franklina Johna Stevensa



Ameriški zdravnik dr. William Crawford Gorgas (1854-1920) je izpeljal asanacijo območja Panamskega prekopa, ki je zatrla rumeno mrzlico in zelo omejila malarijo med gradnjo prekopa. Pred tem je podobno asanacijo opravil na Kubi.

Vir: Wikipedia.

dr. Gorgasu uspelo izpeljati svoj asanacijski program. Po urbanih okoljih je bil usmerjen v zatiranje komarjev *Aedes aegypti*, v močvirjih pa proti komarjem iz rodu *Anopheles*. Območje gradnje prekopa je dr. Gorgas razdelil na okoli 15 okrožij, kjer so asanacijo nadzirali inšpektorji.

Odprava stoječih voda – zatrtje rumene mrzlice

V naseljih so inšpektorji skrbno pregledovali hiše, urejali vodovode in *iskali stoječe vode*, razne posode, kamor so prebivalci zbirali deževnico, saj komarji odlagajo jajčeca na površino stoječih voda in se tam preko ličink razmnožujejo. Pri asanaciji so inšpektorje podprli zidarji in tesarji, ki so učinkovito odpravljali gradbene nepravilnosti bivališč in tudi tako zavirali razvojno pot komarjev. Nadaljnji korak za obvladovanje rumene mrzlice je *bilo žveplanje bivališč*. Ko je dr. Gorgas spoznal, kako učinkovito je to, je metodo razširil po vsej Panami. V letu dni od imenovanja inženirja Stevensa za vodjo gradnje so žveplali vsako stavbo v Panami ter za to porabili celoletno zalogo žvepla Združenih držav Amerike. Dr. Gorgas je uvedel tudi nočno uporabo mrež na verandah, kjer so spali tisoči delavcev, ki bi jih komarji sicer lahko okužili. Leta 1906 so tako poročali, da so imeli v Panami le še en

sam primer rumene mrzlice. Do konca izgradnje Panamskega prekopa bolezni ni bilo več. To je bilo možno zato, ker komar *Aedes aegypti* živi bolj v urbanih okoljih, ni pa to bilo možno za malarijo, katere prenašalec, komar mrzličar, se razmnožuje predvsem v močvirjih. Malarijo so že pred tem delno obvladovali s kininom.

Z insekticidi in nafto proti malariji

Dr. Gorgas je za obvladovanje malarije organiziral obsežen program *asanacije močvirij* in mokrišč okoli Panamskega prekopa. Veliko kilometrov jarkov so prekopali in na obsežnem območju pokosili travnate površine. Območja, ki jih niso mogli izsušiti, *so površinsko škropili z nafto ali kerozinom* in nanje trosili *insekticide*. Za ta namen so letno porabili približno 124.000 litrov larvicidov. Poleg popisanih preventivnih ukrepov je dr. Gorgas s svojo ekipo že ob samem prihodu na panamsko območje ustanovil tudi *bolnišnice za tropske bolezni*, ki so bile v tistem času med najboljšimi tovrstnimi ustanovami na svetu. *Letno* so v bolnišnicah *zdravili* približno 32.000 bolnikov in približno 6.000 bolnikov v posebnih bolniških taboriščih. Dr. Gorgas je *preventivno letno* porabil tudi približno 1.000 kilogramov kinina. Ob celotnem gradbišču je delovalo 21 *ambulant*, bolnike pa so tja prevažali z železnico. Pre-

bivalci Paname in graditelji so bili deležni brezplačne zdravstvene oskrbe, Američani pa so prevzeli tudi vse pogrebne stroške. Dr. Gorgas je za obolele za malarijo ali ru-

meno mrzlico vpeljal tudi *karanteno*. Imeli so celo *prenosne karantene*, ki so bile zelo praktične.

Zatiranje komarjev je torej bilo zdravstveno mnogoplastno: odpravljanje stoječih voda v naseljih, zamreženje bivalnih in spalnih prostorov, žveplanje bivalnih lišč, asanacija močvirij in mokrišč, njihova dezinfekcija in na koncu še škropljenje površin stoječih voda z nafto ali kerozinom. Za vse to so uporabili ogromne količine insekticidov, nafte, žvepla in mrež proti komarjem. V dveh letih in pol je dr. Gorgas vzpostavil v okolici Panamskega kanala zdravstvene razmere, primerne za delo. *V desetih letih gradnje prekopa je ameriška vlada za zdravje in higieno porabila približno 20.000.000 ameriških dolarjev.*



In muddy Culebra Cut, the President climbed into a steam shovel. Below: A little Belgian train carried the President's party to the much-maligned Brazos Reservoir.

Ameriški predsednik Theodore Roosevelt na obisku ob gradnji Panamskega prekopa. Vir: Google slike.



284-X⁶³ Ancon Hospital Administration Building, Sections "A and B" Sept 2, 1920.

Bolnišnica Ancon ob Panamskem prekopu leta 1920. Vir: Google slike.



Dr. Gorgas med gradnjo Panamskega prekopa.

Vir: Google slike.

Sklep

Zdravstvena prizadevanja so bila uspešna: do leta 1906 je bila na območju prekopa rumena mrzlica skoraj izkoreninjena, število smrtnih primerov, ki jih povzročajo druge tropske bolezni, predvsem malarija, pa se je prav tako znatno zmanjšalo. Za zdravje temnopoltih delavcev so skrbeli slabše: živeli so namreč v šotorih in hišah, ki še niso bili zaščiteni pred komarji. Tako je med belci v desetih letih ameriške gradnje Panamskega prekopa umrlo približno 350 ljudi, med temnopoltimi pa približno 4.500. Četudi je 5.000 žrtev visoka številka, je neprimer- no nižja, kot je bila tista v času francoskih poskusov gradnje, ko jih je umrlo več kot 20.000.

Primer zatiranja rumene mrzlice in malarije na območju Panamskega kanala pred sto leti kaže na izjemen pomen poznavanja bolezni, njenih povzročiteljev in epidemiologije kakor tudi preventivnega dela. Vse to ustvarja razmere za uspešno zatiranje bolezni. V obravnavanem primeru so preprečili razmnoževanje komarjev, ki prenašajo plazmodije in viruse rumene mrzlice, ter na ta način zmanjšali obolevnost in umrljivost zaradi malarije in rumene mrzlice.

Zahvala: Za pomoč se prijazno zahvaljujem infektologinji in specialistki za tropsko medicino dr. Tadeji Kotar.



Zvonka Zupanič Slavec, univerzitetna profesorica, doktorica medicine in zgodovinarica medicine. Njeno strokovno, znanstvenoraziskovalno in publicistično delo sega na različna področja, največ pa se ukvarja z zgodovino slovenske medicine 19. in 20. stoletja. Organizira znanstvena, strokovna in poljudna srečanja s svojega področja v domačem in mednarodnem prostoru, popularizira svojo stroko s poljudnimi, strokovnimi in znanstvenimi knjižnimi objavami, radijskimi in televizijskimi oddajami, javnimi nastopi in prispevki v časopisju. V pedagoškem delu vzgaja bodoče zdravnike in zobozdravnike v bolj razmišljajoče strokovnjake, ki razumejo bolnike v njihovi stiski.

Foto: Jelka Simončič.

Sto let Braggovega načina preiskovanja kristalov

Janez Strnad

V fiziki se je stoletnic smiselno spomniti vsaj iz dveh razlogov. Obnovimo znanje o zanimivem odkritju in sprožimo razmišljanje, ali bo prihodnjih sto let prineslo podoben razvoj. William Henry Bragg in njegov sin William Lawrence Bragg sta pred sto leti razvila način za raziskovanje zgradbe kristalov z rentgensko svetlobo, ki je v naslednjih letih pripeljal do pomembnih odkritij.

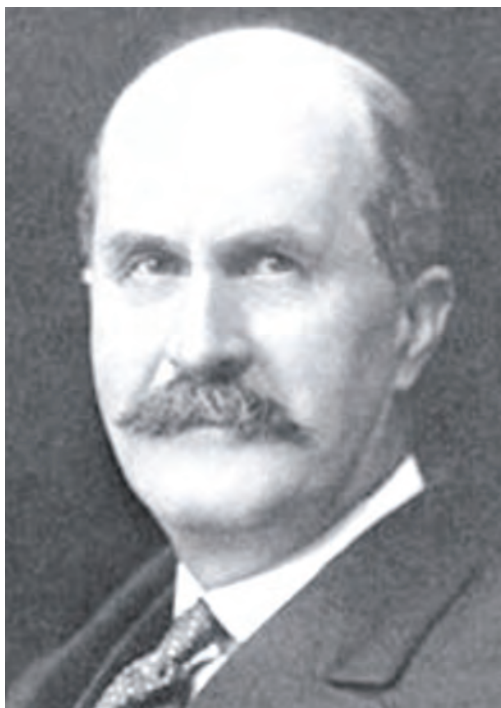
Konec leta 1895 je Conrad Wilhelm Röntgen opazil sevanje, ki ga je imenoval žarki X. Njegove poskuse so kmalu ponovili po vsem svetu in žarke hitro začeli uporabljati v medicini. Kostni jih zadržijo veliko bolj kot ostalo tkivo, zato je bilo mogoče - med drugim - na fotografsko ploščo posneti zlom kosti. Poskuse z neznanimi žarki je začel delati tudi Henry Bragg v Adelaidi v Avstraliji. Leta 1905 je z njimi ugotovil, da si je sin Lawrence pri padcu s kolesom zlomil roko. To je bil prvi posnetek te vrste v Avstraliji.

Narave novih žarkov tedaj niso poznali. Henry Bragg jih je imel za roj nevtralnih delcev. Nekateri so menili, da gre za elektromagnetno valovanje z zelo majhno valovno dolžino. Vendar tega niso mogli prepričljivo podpreti s poskusi. Leta 1909 je prišel Max Laue na univerzo v Münchnu, na kateri so veliko razpravljali o novih žarkih. Laue se je vprašal, kako bi se valovanje širilo skozi kristal. Domnevali so, da pravilna oblika kristalov odraža urejen razpored atomov po prostoru. Tudi tega še niso podprli s poskusi. Laue je povezal obe misli. Ali ne bi pri prehodu skozi kristal prišlo da podobnih pojavov kot pri prehodu svetlobe skozi uklonsko mrežico? Z mrežico enakih rež v

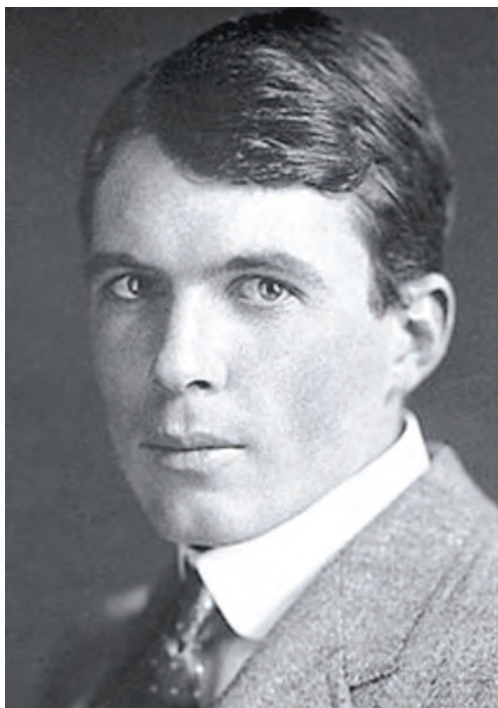
enakih razmikih so merili valovno dolžino svetlobe.

Nekateri münchenski profesorji so Lauejev premislek zavrnil. Mlajša sodelavca Walther Friedrich in Paul Knipping sta kljub temu bila pripravljena narediti poskus. Na kristal sta usmerila curek rentgenske svetlobe in po nekaj neuspehih na fotografski plošči za kristalom dobila urejene pege. Laue je leta 1911 zapisal tri pogoje, da se ojačijo sipana valovanja, ki izvirajo iz atomov v kristalni mreži. Pojav je primerjal z uklonom svetlobe na treh prekrizanih uklonskih mrežicah. Tako mu je uspelo pojasniti lego peg na fotografski plošči. S tem je podprl dve domnevi. Žarki X so elektromagnetno valovanje - smemo jih imenovati rentgenska svetloba. V kristalih so atomi urejeno razporejeni po prostoru. Friedrich in Knipping sta uporabila rentgensko cev, ki je sevala rentgensko svetlobo na širokem območju valovnih dolžin. Pege na fotografski plošči so ustrezale različnim valovnim dolžinam, kot da bi bile različnih barv.

Lauejev način ni bil pripraven za merjenje. Henry Bragg je hitro sprejel misel, da so žarki X, s katerimi je tedaj delal poskuse na univerzi v Leedsu, valovanje. Lawrence Bragg je pred kratkim končal študij v Cambridgeu. Razmišljal je o sipanih valovanjih, ki izvirajo iz atomov v kristalu in se ojačijo. Med sprehodom ob reki Cam se mu je porodila misel, ki je pripeljala do Braggove enačbe. Kristal si je predstavljal sestavljen iz mrežnih ravnin, to je ravnin, na gosto zasedenih z atomi. Valovanje se na vzporednih mrežnih ravninah zrcalno odbija. S tem je že upošteval, kako so zakasnjena valovanja iz posameznih atomov. Valovanji, ki se odbijeta na sosednjih mrežnih ravninah, se



William Henry Bragg je bil rojen leta 1862 v Westwardu v severozahodnem delu Anglije. Študij na cambriški univerzi je končal leta 1884. Naslednje leto je postal profesor za matematiko in eksperimentalno fiziko v Adelaidi v Avstraliji. Po uspešnih raziskovanjih ionizacije plinov so ga leta 1907 izvolili v Kraljevo družbo. Po vmitvi v Anglijo je leta 1909 postal profesor na univerzi v Leedsu. Med prvo svetovno vojno je vodil skupino, ki je po zvoku poskušala odkriti podmornice. Leta 1920 so mu podelili naslov Sir. Poleg Nobelove nagrade je prejel več drugih pomembnih nagrad in priznanj. Umril je leta 1942 v Londonu.



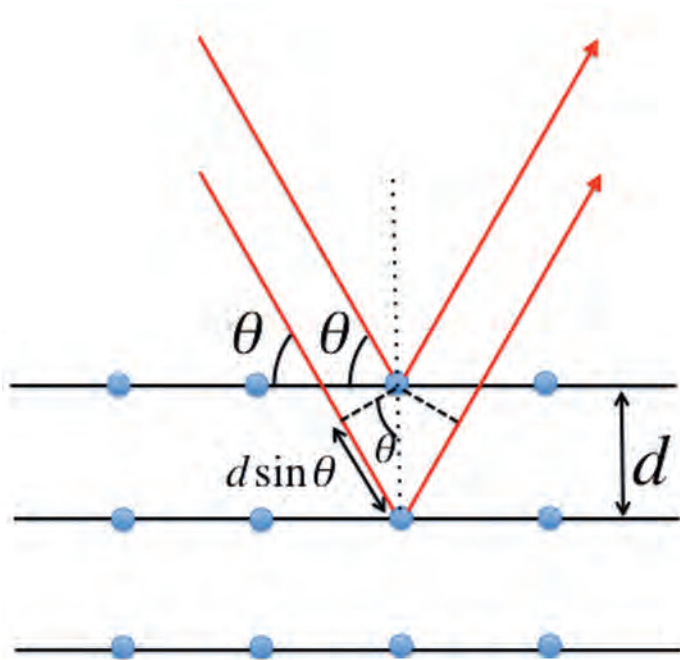
William Lawrence Bragg je bil rojen leta 1890 v Adelaidi. Na tamkajšnji univerzi je študiral matematiko, kemijo in fiziko in študij končal leta 1908. Po prihodu v Anglijo je leta 1909 nadaljeval študij v Cambridgeu in ga končal leta 1911. V Kraljevo družbo so ga izvolili leta 1921. Njegovo delo v fiziki sta prekinili prva in druga svetovna vojna. Po drugi svetovni vojni se je vrnil v Cambridge in vodil Cavendishev laboratorij. Pozneje je vodil Kraljevo ustanovo v Londonu. Leta 1941 so mu podelili naslov Sir. Poleg Nobelove nagrade je dobil več drugih nagrad in priznanj. Umril je leta 1971.

ojačita, če se njuni poti razlikujeta za valovno dolžino λ ali njen večkratnik:

$$2d\sin\theta = n\lambda, \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

d je razmik med sosednjima mrežnima ravninama, θ kot med smerjo žarkov in mrežno ravnino, $2d\sin\theta$ pa dodatna pot enega od valovanj. Enačba je veliko preprostejša od Lauejevih enačb. Z njo je bilo po merjenjih mogoče veliko preprosteje ugotoviti, kakšna je kristalna mreža.

O svoji ugotovitvi je Lawrence prvič poročal konec leta 1912. O njej je obvestil očeta. Oče je z napravo, ki je dobila ime spektrometer za žarke X, že meril kote, pri katerih se je pojavila ojačena rentgenska svetloba. Za razliko od Friedricha in Knippinga je izkoristil rentgensko svetlobo z valovno dolžino na zelo ozkem pasu, preprosto rečeno z dano valovno dolžino. Uporabil je karakteristično rentgensko sevanje, ki ga je leta 1909 odkril Charles Glover Barkla. Ojačenega valovanja ni zaznaval s fotografsko ploščo,

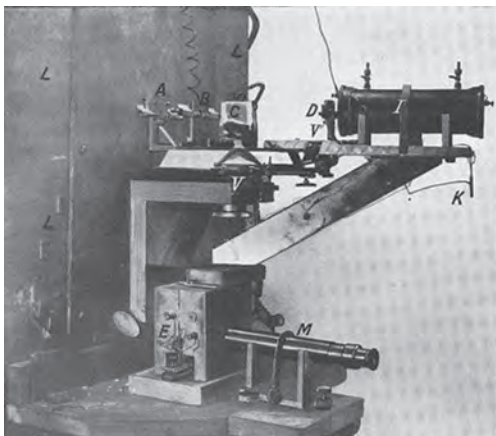


Tako je Lawrence Bragg izpeljal Braggovo enačbo. λ je valvna dolžina rentgenske svetlobe, d razmik med sosednjima mrežnima ravninama v kristalni mreži in θ kot med njimi in curkom rentgenske svetlobe. Vzamemo, da se rentgenska svetloba odbija na mrežnih ravninah. Razlika poti valovanj, ki se odbijeta na sosednjih ravninah, meri $2d\sin\theta$. Enačbo so poznali po podobnem pojavu z vidno svetlobo na tankih lističih. Razlika je le, da je lomni količnik rentgenske svetlobe 1. Braggova enačba velja tudi pri sipanju nevtronov in elektronov na kristalih.

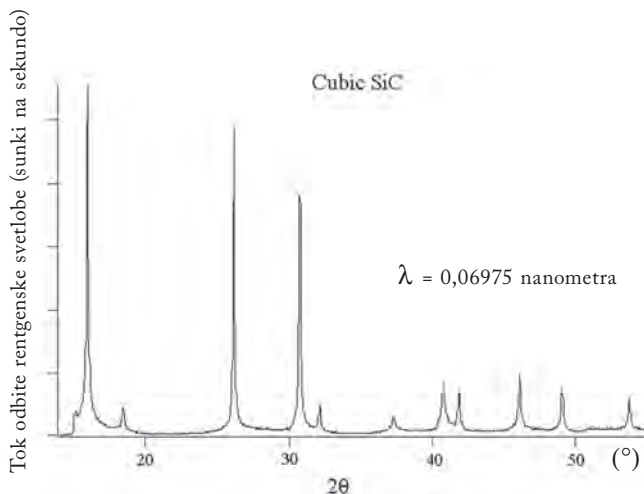
ampak neposredno z ionizacijsko celico. Henry Bragg je objavil o tem kratek članek, v katerem je sicer omenil, da je enačbo dobil od sina, a ni navedel niti njegovega imena. Med očetom in sinom je prišlo do napetosti. Odtlej menda oče nikoli ni pozabil poudariti sinove zasluge. Kot povabljeni gost je o svojih merjenjih poročal na 2. Solvayevi konferenci. Znameniti udeleženci, med njimi Albert Einstein, so potem poslali

Lawrenceu pisno čestitko. Napetost med sinom in očetom se je unesla, a nikoli ni čisto izginila. Tik pred smrtjo je Lawrence Bragg prijatelju pisal: »Upam, da je veliko stvari, pri katerih je tvoj sin zelo dober in jih ti sploh ne zmoreš, ker je to najboljši temelj za odnos oče-sin.« Nekateri pripisujejo glavno vlogo očetu, drugi sinu. Vselej je nekoristno razpravljati o razdelitvi zaslug, posebej še v krogu družine. Kaže, da se je sin razumel na teorijo, oče pa je bil spreten eksperimentator. Ena od knjig o njiju nosi naslov *William in Lawrence Bragg, oče in sin: najbolj nenavadno sodelovanje v naravoslovju*.

Leta 1913 so s kristalnim spektrometrom naredili veliko merjenj. Lepo raščeni kristal so vpeli in nanj skozi zaslone z majhnimi odprtini usmerili curek rentgenske



Kristalni spektrometer Henryja Bragga: LLL svinčeni zabor, A, B, D ozke reže, C kristal, I ionizacijska celica, V in V' nonijski skali za merjenje zasuka kristala in ionizacijske celice, K ozemljitev, E elektroskop, M mikroskop.



Diagram, kakršnega sta Bragga dobila pri raziskovanju kristala z rentgensko svetlobo. Na vodoravno os je nanesen sipalni kot 2θ , za katerega je sipano valovanje odklonjeno glede na vpadno valovanje, na navpično pa odziv merilnika, denimo polprevodniškega števca. Spekter silicijevega karbida (SiC) so dobili s sinhrotronskim sevanjem elektronov z veliko energijo, ki krožijo po evakuirani cevi v magnetnem polju v sinhrotronu. Curek je ožji in ima natančneje določeno valovno dolžino (0,06975 nanometra) kot pri Braggih.

svetlobe. Kristal so počasi vrteli okoli osi, pravokotne na curek in ročico, na katero so pritrdili ionizacijsko cev. Ročico so vrteli dvakrat hitreje kot kristal. Najprej so ugotovili kristalno zgradbo cinkove svetlice, kamene soli, diamanta, nato so prišli na vrsto še drugi kristali.

Objave Henryja in Lawrencea Bragga

Henry Bragg: *Žarki X in kristali*. N 1912.

Lawrence Bragg: *Zrcalni odboj žarkov X*. N 1912.

Lawrence Bragg: *Uklon kratkih elektromagnetnih valov na kristalih*. PC 1913.

Henry Bragg: *Žarki X in kristali*. N 1913.

Henry in Lawrence Bragg: *Odboj žarkov X na kristalih I*. P 1913.

Henry Bragg: *Odboj žarkov X na kristalih II*. P 1913.

Lawrence Bragg: *Zgradba nekaterih kristalov, kot jo nakaže uklon žarkov X*. P 1913.

Henry in Lawrence Bragg: *Zgradba diamanta*. P 1913.

Henry Bragg: *Vpliv gradnikov na obliko spektra žarkov X*. P 1914.

Lawrence Bragg: *Raziskovanje kristalov s spektrometrom za žarke X*. P 1914.

Henry Bragg: *Spektra žarkov X, ki ju kažeta žveplo in kremen*. P 1914.

Henry in Lawrence Bragg: *Žarki X in zgradba kristalov*. 1915 – knjiga.

Lawrence Bragg: *Razvoj raziskovanja kristalov z žarki X*. P 1961.

N - pismo v *Nature*, PC - *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, P - *Proceedings of the Royal Society*.

Leta 1915 sta William Henry Bragg in William Lawrence Bragg dobila Nobelovo nagrado za fiziko. Lawrence je bil s petindvajsetimi leti najmlajši Nobelov nagrajenec. Obvestilo ga je dohitelo v vojski. Po prihodu iz Avstralije se je prostovoljno udeleževal vojaških vaj in ob začetku prve svetovne vojne so ga kot častnika razporedili v skupino, ki je imela opraviti z zemljevidi. Nato so ga premestili v manjšo skupino, ki je z mikrofoni ugotavljala lego sovražnih topov. Skupino so pohvalili, da je bila zaslužna za nekaj angleških zmag. Zaradi vojne tedaj ni bilo svečane podelitve nagrad. Lawrence je imel Nobelovo predavanje *Uklon žarkov X na kristalih* šele leta 1922. Malo pred obvestilom o nagradi je zvedel, da je brat Robert padel pri Galipoliju.

Po prvi svetovni vojni je Henry Bragg delal na Univerzitetnem kolidžu v Londonu, kjer je dobil mesto leta 1915. Tam se je še naprej ukvarjal z raziskovanjem kristalov z rentgensko svetlobo. Leta 1923 je postal vodja Kraljeve ustanove, ki so jo pred tem vodili znani raziskovalci, na primer Humphrey

Davy in Michael Faraday. Pod Braggovim vodstvom so člani ustanove, ki so jo v letih 1929 in 1930 izdatno obnovili, objavili številna tehtna dela. Že leta 1920 je Henry postal podpredsednik Kraljeve družbe in je bil od leta 1933 do 1940 njen predsednik. Lawrence Bragg je od leta 1919 do 1937 deloval na univerzi v Manchestru. V letih 1937 in 1938 je vodil Državni fizikalni laboratorij in nato Cavendishev laboratorij v Cambridgeu. Ves čas se je ukvarjal z raziskovanjem kristalov z rentgensko svetlobo. V Cavendishevem laboratoriju ga je začela zanimati zgradba beljakovin. V tem laboratoriju so odkrili zgradbo deoksiribonukleinske kisline DNA in hemoglobina. (Napisal je predgovor k uspešnici Jamesa Watsona *Dvojna vijačnica*.) Leta 1954 je prešel na Kraljevo ustanovo, na kateri so tudi naredili pomembna odkritja o zgradbi snovi z rentgensko svetlobo. Upokojil se je leta 1966. Merilni način Braggov je pripeljal do številnih odkritij o zgradbi kristalov.

Nobelove nagrade, povezane z Röntgenovimi žarki

Fizika

1901 **Wilhelm Conrad Röntgen:** kot priznanje za izredne zasluge, ki si jih je pridobil z odkritjem nenavadnih žarkov, pozneje imenovanih po njem.

1914 **Max von Laue:** za odkritje uklona žarkov X.

1915 **William Henry Bragg in William Lawrence Bragg:** za zasluge pri raziskovanju zgradbe kristalov z žarki X.

1917 **Charles Glover Barkla:** za odkritje karakterističnega Röntgenovega sevanja elementov.

1924 **Karl Manne Siegbahn:** za odkritja in raziskovanje na polju spektroskopije žarkov X.

1927 **Arthur Holly Compton:** za odkritje pojava, ki se imenuje po njem.

1981 (polovica nagrade) **Kai Manne Siegbahn:** za prispevek k razvoju elektronske spektroskopije z visoko ločljivostjo.

Kemija

1936 **Peter J. W. Debye:** za prispevke k poznavanju dipolnih momentov in uklona žarkov X in elektronov v plinih.

1962 **Max F. Perutz in John C. Kendrew:** za raziskovanje zgradbe globularnih beljakovin.

1964 **Dorothy Crowfoot Hodgkin:** za določitev s tehniko žarkov X zgradbe pomembnih biokemijskih snovi.

1976 **William N. Lipscomb:** za raziskovanje zgradbe boranov, ki osvetljuje problem kemijske vezi.

1985 **Herbert A. Hauptmann in Jerome Karle:** za izredne dosežke pri razvoju neposrednih načinov za ugotovitev kristalov.

1988 **Johann Deisenhofer, Robert Huber in Hartmut Michel:** za ugotovitev tridimenzionalne zgradbe fotoreceptorskega reakcijskega centra.

Medicina in fiziologija

1946 **Hermann J. Muller:** za odkritje nastanka mutacij z obsevanjem z žarki X.

1962 **Francis H. C. Crick, James D. Watson in Maurice H. F. Wilkins:** za odkritja, ki zadevajo molekulsko zgradbo nukleinskih kislin in njihov pomen za prenos podatkov v živi snovi.

1979 **Allan M. Cormack in Godfrey N. Hounsfield:** za razvoj računalniške tomografije.

Pomembna stvar v naravoslovju ni toliko, da se dokoplje do novih dejstev, kot to, da odkrije nove načine mišljenja o njih.

William Lawrence Bragg

Literatura:

Discoveries in the Field of X-rays-Nobelprize.org.

Nobel Lectures. Physics 1901-1921, 1967: Amsterdam:

Elsevier. 368-384.

Izzivi ohranjanja biotske pestrosti v tropskih ekosistemih – delavnica Srečanja Azija-Evropa (ASEM)

Katja Šporar

Ko se ti kot študentu biologije ponudi priložnost, da lahko odpotuješ na drugi konec sveta na delavnico o biotski pestrosti tropskega gozda, ne odlašaj niti minute. Po nekajmesečnem čakanju sem izvedela, da sem bila izbrana kot predstavnica Slovenije na delavnici *Srečanja Azija-Evropa (ASEM, The Asia-Europe Meeting)*, ki je bila od 12. do 24. maja letos v Bandar Seri Begawanu, glavnem mestu Bruneja. Seveda sem ponudbo z največjim veseljem sprejela in kmalu odletela v sultanat Brunej na severni obali Bornea (država se uradno imenuje Brunei Darussalam, kar v arabščini pomeni Brunej, bivališče miru).

Srečanje Azija-Evropa, ustanovljeno leta 1996, je neformalna oblika sodelovanja, ki združuje 27 članic Evropske unije, dve

evropski državi, Evropsko komisijo, 20 azijskih držav in sekretariat ASEAN-a (Zveze držav Jugovzhodne Azije, Association of Southeast Asian Nations). *Srečanje Azija-Evropa* obravnava politična, gospodarska in kulturna vprašanja, njegov cilj pa je krepitev odnosov med dvema regijama v duhu medsebojnega spoštovanja in enakopravnega partnerstva.

Cilj delavnice je bil omogočiti izobraževanje bodočih znanstvenikov v regiji *Srečanja Azija-Evropa*. Izobraževanje naj bi pomagalo pri reševanju okoljskih problemov, s katerimi se soočajo tropski ekosistemi. Delavnica je bila namenjena dodiplomskim študentom, ki jih zanimajo biotska pestrost in podnebne spremembe. Iz vsake države članice *Srečanja Azija-Evropa* se je delavnice lahko udeležil le po en študent.



Slikanje pred kampusom Univerze Brunej, bivališče miru: Madžarka, Belgijka, Nizozemka, Švicarka in Slovenka.

Foto: Katja Šporar.

Po celodnevem potovanju do Bruneja so nas na letališču že čakali prostovoljci, ki so nas odpeljali do kampusa Univerze Brunei Darussalam, po slovensko Univerze Brunei, bivališče miru. Tam so nas razdelili v apart-maje, ki so spominjali prej na hotel s štirimi zvezdicami kot na študentski dom. Vsakemu udeležencu je bil dodeljen prostovoljec, ki nam je pomagal, če smo potrebovali kakšno pomoč.

Naslednjega dne so sledila otvoritev ter predavanja, ki so potekala še naslednje tri dni. Poudarek je bil na biotski pestrosti tropskega gozda ter njegovem ohranjanju. Vsa predavanja so bila izredno kakovostna, saj so predavali vodilni znanstveniki na tem področju. Teme predavanj so bile razdeljene v štiri sklope, in sicer:

1. ohranjanje biotske pestrosti: perspektiva tropskega gozda,
2. ohranjanje biotske pestrosti in podnebne spremembe,
3. merjenje, modeliranje in mapiranje biodiverzitete,
4. biotska pestrost in raziskave ekosistemov.

Naj naštejemo le nekaj predavanj:

Krasni novi svet tehnologije daljinsko vodenih letal za študij in ohranjanje biotske pestrosti, Netopirji, indikatorji stanja ekosistemov in podnebnih sprememb – kako moderna akustika in daljinsko zaznavanje pripomorejo k spremljanju netopirjev, Kako se medvrstni odnosi odzivajo na degradacijo življenjskih prostorov in spremembe podnebja? Tretji dan smo imeli seminar Srce Bornea (Heart of Borneo) na Ministrstvu za industrijo in primarne vire (MIPR), kjer smo izvedeli več o različnih raziskovalnih odpravah v Bruneju.

Kljub izredno zanimivim predavanjem pa smo vsi komaj čakali na praktično delo. Zaradi lažjega dela so nas razdelili v dve skupini. Moja skupina se je sprva odpravila na biološko postajo Kuala Belalong (Kuala Belalong Field Studies, KBFSC), do katerega je dostop možen le s čolni.

Na postaji nam je direktor središča Kushan Tennakoon povedal nekaj več o sami postaji, raziskavah, ki tu potekajo, in prihodnjih načrtih. Glavni namen biološke postaje Kuala Belalong so ustvarjanje, opisovanje in širjenje znanja o veliki raznolikosti brunejskih tropskih deževnih gozdov, z vsemi raz-



Adrenalinska pot do biološke postaje Kuala Belalong.

Foto: Katja Šporar.



Obiskovalka postaje:
pigmejska veverica
(Exilisciurus exilis).

Foto: Katja Šporar.



Drevesna žabica
(Polypedates macrotis).

Foto: Katja Šporar.

ličnimi življenjskimi oblikami in ekosistemi vred. V Bruneju najdemo najbolj raznolike in vrstno izredno bogate gozdove na Zemlji. Nedavne raziskave znanstvenikov na tropski postaji Kuala Belalong kažejo, da v gozdu Belalong še vedno obstajajo neodkrite rastlinske in živalske vrste. Poleg tega so vedenjski vzorci in ekološke vloge že opisanih vrst popolna neznanka. Novejše raziskave na tropski postaji so namenjene vplivom

globalnih podnebnih sprememb na gozdove Bruneja, spremembam v ekologiji živali kot odzivu na spremembe v vodnem in kopenskem okolju ter možnostim za alternativne vire energije. Pod vodstvom tamkajšnjih znanstvenikov smo se odpravili v tropski gozd, kjer smo spoznali tudi naprave, ki jih uporabljajo pri raziskovanju. Po brveh smo tudi splezali med krošnje dreves, kjer smo opazovali čudovit sončni vzhod.



*Bornejska rogata žaba
(Megophrys nasuta).*

Foto: Katja Šporar.

Okolica postaje je čudovita – izredno veliko metuljev, plazilcev, žab ... Najraje bi ves dan skakala naokoli ter slikala in slikala ... Orkester, katerega prve violine so bili izredno glasni škržadi, pa je skrbel, da nam tudi ponoči ni bilo dolgčas.

Na žalost pa se je naš čas tu kmalu iztekkel in tako smo se vrnili v naš univerzitetni kampus. Toda že naslednjega jutra nas je avtobus odpeljal do šotnih močvirij Badas Peat Swamps v okrožju Belait. Namestili so nas pri izredno prijazni družini, kjer smo se resnično počutili kot doma. Lastnica je skrbel, da nikoli nismo bili lačni, saj nam je kuhala razne tradicionalne jedi, od pečenih banan do njihovega znanega ambujata.

Pridružil se nam je dr. Ulmar Grafe, ki nas je vodil na terene v močvirnati gozd. Tam smo prvi večer postavili mreže za lovljenje netopirjev, ki smo jih prišli preverit ponoči ter zgodaj zjutraj. Na žalost moja skupina ni imela sreče, saj se v mrežo ni ujel noben netopir. Je bila pa druga skupina bolj uspešna, saj je ujela pet osebkov štirih različnih vrst. Nič zato, saj je bil vsak obisk tega gozda izredno zanimiv in le še vprašanje časa je, kdaj bodo ti gozdovi izginili. Gozdove

namreč izsekavajo, na izsekane površine pa nasajajo plantaže oljnih palm. Ker so ti gozdovi največji z ogljikom bogati sladkovodni ekosistemi, njihovo uničenje tako sprosti izredne količine ogljikovega dioksida. Izsuševanje teh gozdov pa prispeva k pospešenemu mikrobnemu razpadu in namesto da bi se ogljik zadrževal v šoti, se izloča kot ogljikov dioksid. Ne smemo pa pozabiti na ogromno raznovrstnost endemičnih in novo odkritih živalskih in rastlinskih vrst, ki tako izgubljajo svoje življenjsko okolje.

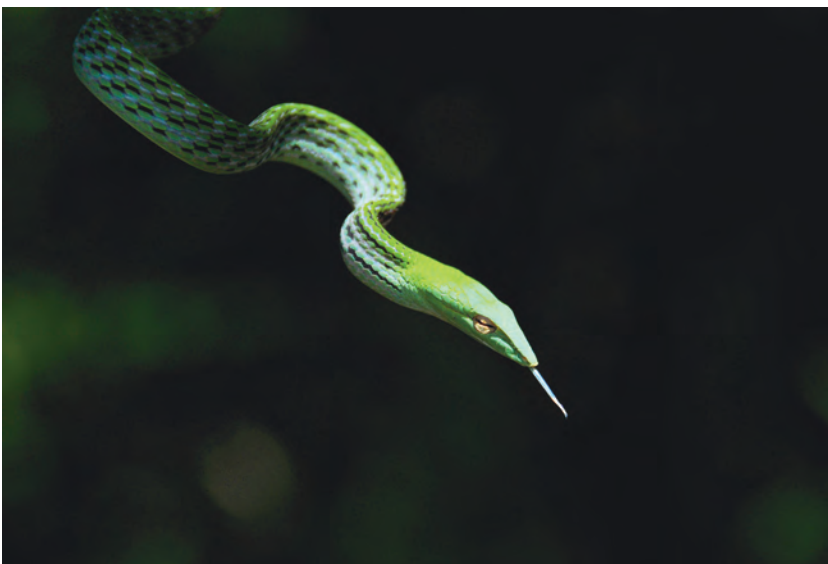
Seveda organizatorji niso pozabili na naše kulturno izobraževanje in tako smo si ogledali Tasek Merimbun ASEAN Heritage Park, nočno tržnico, s čolnom smo se popeljali med hišicami na vodi, obiskali smo tudi mošeje ter poskusili krajevno hrano ter pijačo. Ogledali smo si tudi vrt metuljev, sprehodili smo se med mangrovami ter opazovali nosane, ki so mirno počivali na vejah dreves.

Ves čas je za našo varnost skrbelo tudi medicinsko osebje, ki pa na srečo ni imelo večjega dela. Novinarji in fotografi so nam prav tako sledili na vsakem koraku in poskrbeli, da ne bomo nikoli pozabili tega



Počitek na vodovodnih ceveh po delu v gozdu. Vodovod je eden izmed mnogih razlogov za fragmentiranje in krčenje močvirnatega gozda.

Foto: Katja Šporar.



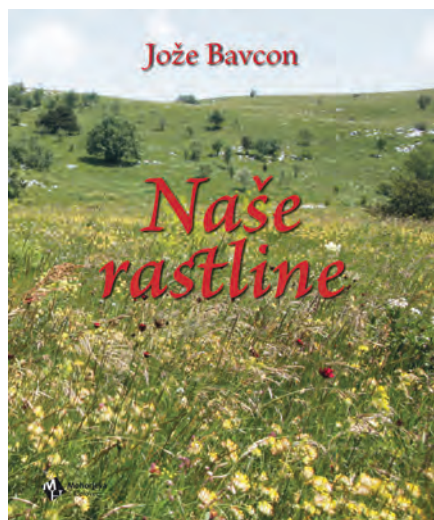
Azijska vinska kača (Ahaetulla prasina).

Foto: Katja Šporar.

izrednega popotovanja po tej majhni, a izredno bogati državi.

Izredno zanimivo je bilo sodelovati s tako raznoliko skupino ljudi, saj smo prostovoljci prihajali iz 28 različnih držav. Tako raznoliki, a vsi z enakim ciljem in zanimanjem ... Ta dva tedna sta minila, kot bi mignila. Sem pa dobila še dodatno potrditev, da je biti biolog nekaj posebnega in čarobnega.

Bavconovo življenje z rastlinami v knjižni izdaji



Bavcon, Jože, 2013: Naše rastline.
Celovec: Mohorjeva založba, 256 str.

Jože Bavcon je vrsti strokovnih knjižnih izdaj v zadnjih letih dodal še eno izrazito poljudno. Naslov *Naše rastline* se bolj ali manj nanaša na v Sloveniji avtohtone divje rastoče praprotnice in semenke, ki so v knjigi predstavljene po fenološkem ključu – po letnih časih, ko so najbolj opazne in najlažje prepoznavne. Glavna poglavja knjige so torej *Zima*, *Zgodnja pomlad*, *Poletje* in *Jesen*. Toda najprej je bil zvedav kmečki fantič s Cerkljanskega, ki so ga rastline zgrabile, še preden je prestopil šolski prag, in je svoj prvi botanični vrt snoval kar pri domačem hlevu. Najprej so bile torej *Moje rastline*, kot je naslov uvodnega poglavja, po stopinjah in pragovih, ko so mu osnovno, srednješolski in univerzitetni učitelji obrusili naravno nagnjenje, pa so postale *Naše rastline*. Tako nekako je njegovo znanje naraslo na poznavanje celotne naše flore in z njim lahko uspešno vodi ne samo svoj domači, temveč tudi znameniti več kot 200 let stari ljublan-

ski botanični vrt. Knjiga bi lahko imela tudi podnaslov *Moje življenje z rastlinami*. V besedilih, ki so zelo poljudna, prirejena ljubiteljem in ne pikolovskim strokovnjakom, je skoraj vedno vsebovana osebna zgodba avtorja z izbrano rastlino. Predstavljene so na ravni vrste ali pa opiše več vrst nekega rodu. Nekatera od besedil so bila že objavljena v reviji *Rože in vrt*, v koledarju Mohorjeve družbe ali v *Idrijskih razgledih*. Na štirih krajih so izjeme, poglavje ni namenjeno posamezni rastlini (vrsti ali rodu), temveč njeni uporabi ali njenim združbam. V *Zimi* sta tako dve izmed poglavij izrazito etnobotanični (*Bršljanov* – predstavitev laufarskega lika, in *Kaj imata skupnega kijasti lisičjak in uadla* – o uporabi kijastega lisičjaka za čiščenje kmečkih peči), v *Pomladi* ima uvodno poglavje naslov *Pisanost senožeti, gmajn in travnikov*, v *Poletju* pa *Senožeti – pisani naravni vrtovi*. Sam jih tako, kot jih je on, ne bi znal opisati. Me pa vabijo in mamijo že vrsto let, čeprav gozdarja, ki naj bi svojo pozornost namenjal vendarle gozdu. Nekaj čisto posebnega jih je popisovati fitocenološko (s čimer imam kar precej izkušenj), povsem drugo pa je njihova ročna košnja (kar mi tudi ni povsem tuje). Vsekakor pa z avtorjem zelo soglašam, da so še košeni in negojeni travniki zelo ogrožena vrednota in njegov zapis dragocen zagovor potrebnosti njihovega varovanja. V opise posameznih vrst ali rodov se ne bi spuščal, vseh je skoraj sto. Zagotovo je v njih veliko zanimivega za različne namene, tako za spoznavanje vrst kot za njihovo gojenje in uporabo. Knjigo zaključuje seznam uporabljene literature in stvarno kazalo latinskih imen. *Naše rastline* so bogato slikovno opremljene, v glavnem z avtorjevimi fotografijami. Strokovno sta besedilo pregledala Nada Praprotnik in Branko Vreš, očitno pa je umanjkal strokovni pregled slikovnega gradiva. Veliko je sicer

povsem primernih in dovolj kakovostnih posnetkov in nekateri med njimi imajo tudi dokumentarno vrednost. Žal pa je v izbor prišlo tudi nekaj posnetkov, pri katerih bodo naši odlični rastlinski fotografi (kar nekaj jih poznam) najbrž zamižali z enim ali pa kar z obema očesoma. Avtorja seveda razumem, najlažje je »obratovati« z lastnimi posnetki in se izogniti vrsti sitnosti, toda vedno bolj smo ljudje podobe in manj besede, torej slikovno gradivo postaja enakovredno besedilu ali ga celo pretehta. Kritični pretres slikovne opreme je torej naloga za morebitni ponatis. Celovški Mohorjevi za-

ložbi velja iskreno priznanje, da se je upala tako knjigo založiti (saj rastline niso ravno tema, ki bi množično pritegnila bralstvo). Prepričan pa sem, da so storili prav in da knjiga kljub razmeroma visoki ceni (skoraj 40 evrov) ne bo ostala na policah. Priporočam jo lahko širokemu krogu bralcev, vsekakor vsem, ki niso ravnodušni za čudoviti naravni rastlinski okras naše dežele.

Igor Dakskobler

V spomin • Prof. mag. Dušan Robič (1933–2013)

Prof. mag. Dušan Robič (1933–2013)

Dušana Robiča vsaj mlajši bralci *Proteusa* morda ne poznajo. V njegovi bibliografiji (mesec dni pred njegovo smrtjo, ko smo se pripravljali, da profesorja počastimo ob njegovi bližajoči osemdesetletnici, jo je za *Gozdarski vestnik* pripravila Maja Božič) najdemo dve objavi v naši reviji. Najprej je to potopis *Gozdar v Bajangi* (letnik 39, številka 6) in nato predstavitev tajge s podnaslovom *Življenjski prostori tukaj in drugod* (letnik 40, številka 2). Ostali njegovi poljudni članki so izhajali predvsem v takratni reviji *Pionir*. V njej je v letih od 1978 do 1983 objavil trinajst prispevkov, ki so mlade bralce poučevali o raznolikosti narave, naravnih procesih in posebnostih rastlin. Dušan Robič je bil gozdar in dolgoletni predavatelj fitocenologije na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani. Za védo o rastlinskih združbah se je navdušil že kot študent, ki je zelo rad zahajal v gore in bil tudi alpinist. K sodelovanju sta ga pritegnila

la pionirja tovrstnih raziskav pri nas, Vlado Tregubov in Gabrijel Tomažič. Slednjemu je bil več let asistent, imel ga je za svojega učitelja in o njem skupaj s prof. Tonetom Wraberjem objavil tudi izčrpen pregled življenja in dela (*Hladnikia*, 12, 2001). Poznal in upošteval je tudi druge biologe – (paleo) botanike, na primer Maksa in Toneta Wraberja, Ernesta Mayerja in Alojza Šerclja, na katerih objave je na tak ali drugačen način opozarjal svoje študente. Bil je odličen pedagog, predavanja je skrbno pripravljal, jih sistematično podajal in navduševal mlade za nabiranje herbarija in izpopolnjevanje botaničnega znanja. Nesebično si je vzel čas in z njimi delil svoje številne zamisli. Teh je imel res veliko, tudi zato, ker je bil razgledan po sočasni strokovni literaturi, nemški, anglo-ameriški in ruski. Odras obojega, znanja in nesebičnega razdajanja, sta tudi francosko-slovenski in slovensko-francoski fitocenološki slovarček, ki ju je pripravil za afriške študente, ki so študirali gozdarstvo



Profesor Dušan Robič pri terenskem delu. Foto: Andrej Bončina.

v Ljubljani. Njegova ožja usmerjenost so bili bolj objektivni, statistično preverljivi pristopi k raziskavam rastlinstva, še posebej njegovih sprememb v času. Med številnimi objavami želimo bralce *Proteusa* spomniti predvsem na tiste, ki po vsebini in načinu obdelave lahko pritegnejo marsikaterrega naravoslovca, ne samo gozdarja. Največ teh objav je v *Zbornikih seminarjev*, pozneje študijskih dni, ki jih je v osemdesetih in devetdesetih letih prejšnjega stoletja pripravljala Gozdarski oddelek Biotehniške fakultete, njihov pobudnik, organizator in urednik publikacij pa je bil prof. Boštjan Anko (ki je žal tudi umrl letošnje poletje in se ga bomo spomnili v posebnem zapisu). Po široki razgledanosti in temeljitih objavah sta se bila oba pokojna profesorja zagotovo podobna. Teme, ki jih je Dušan Robič obravnaval na teh posvetih, kamor so bili redno kot poslušalci in (ali) predavatelji vabljeni tudi negozdarji, so na primer gozdno rastišče kot pojem in strokovni izraz, ranljivosti in stabilnost gozdnih ekosistemov, ekološki vidiki varovalne vloge gozda, učne poti, lepota notranjosti gozda in gozdnega roba, obremenitve rastlinske-

ga dela gozdnega ekosistema z rekreacijo, steljarjenje, hidrološka vloga gozdnega zastora in gorski gozd v Sloveniji. Med njegovimi širšemu bralstvu namenjenimi prispevki naj omenimo še poglavje *Gozd* v za tiste čase (1982) izvrstni monografiji *Slovenske gore* (v slovenskem in pozneje tudi angleškem jeziku jo je izdala Cankarjeva založba). Tudi po upokojitvi je kljub slabemu zdravju in težavam z vidom nadaljeval z raziskavami. Terenske je zaključil leta 2000 s poročilom o seznamu drevnine na državnem posestvu Brdo pri Kranju. Bolj kot nekateri drugi mlajši kolegi je ujel korak s časom in se pridružil skupini, ki je sodelovala pri za širši krog lažje razumljivi predstavitvi življenjskih združb in okolij s pomočjo habitatnih tipov. V *Tipologiji*, ki smo jo dobili leta 2004 (Jogan in sodelavci), je pripravil osnutke opisov gozdnih habitatov. Še nedavno je kot soavtor sodeloval pri novi *Tipologiji gozdnih rastišč* (Kutnar in sodelavci, 2012), tudi z izvirnim slovenskim poimenovanjem gozdnih združb. Uglednega gozdarja in fitocenologa bomo slovenski naravoslovci ohranili v spoštljivem spominu.

Igor Dakskobler

Literatura:

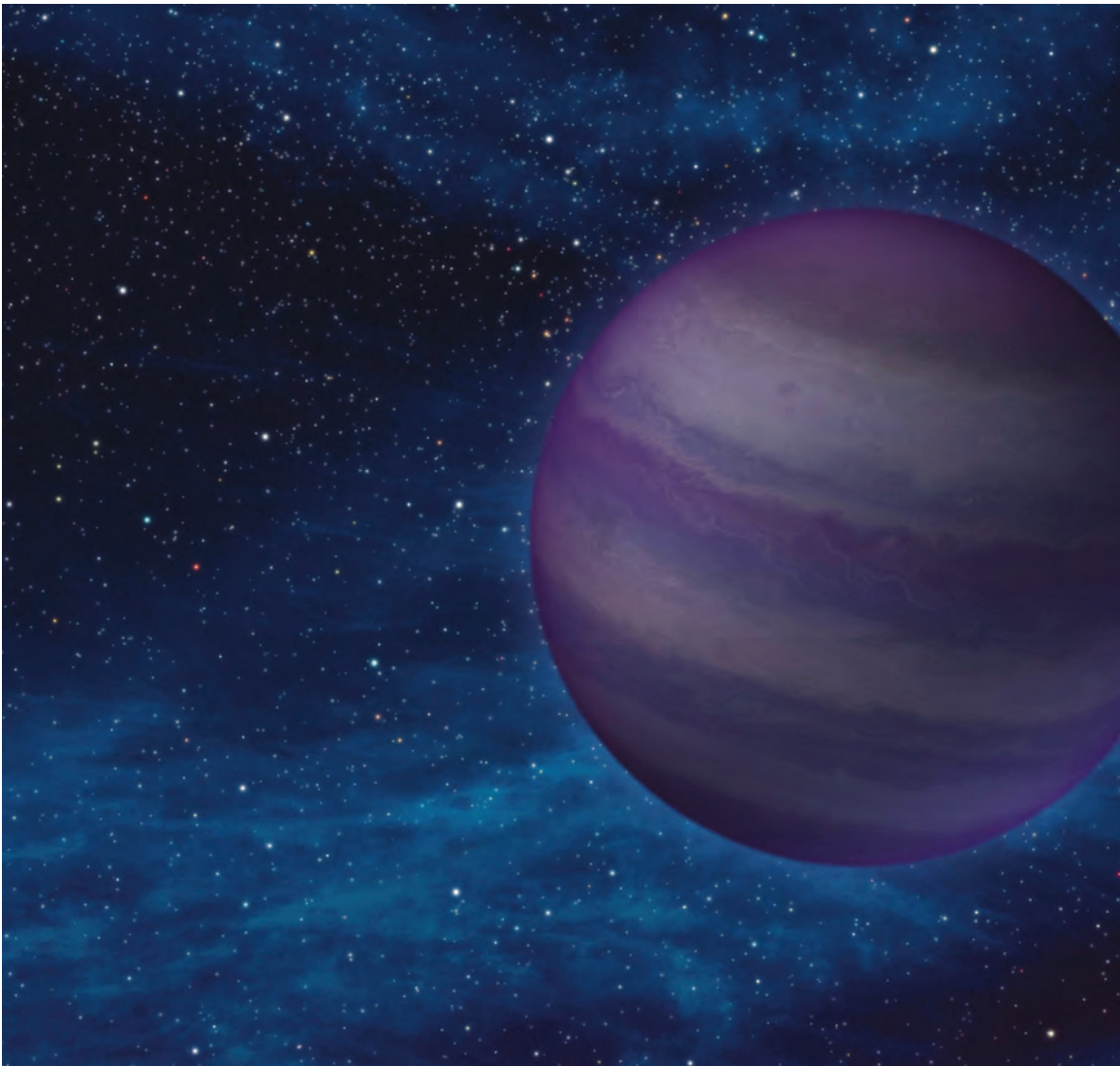
Božič, M., 2013: Prof. mag. Dušan Robič. Bibliografija. *Gozdarski vestnik*, 71 (4): 238–245.

Rjave pritlikavke ali orjaški planeti?

Mirko Kokole

Še pred nekaj desetletji astronomi niso imeli težav ločiti planetov od zvezd. Zvezde so bile tisti objekti, ki so nastali ob gravitacijskem sesedanju v večini vodikovega plinskega oblaka in v njih poteka jedrska fuzija. Planeti pa so objekti, ki nastanejo v disku

plina in prahu okoli na novo nastale zvezde. Danes je meja med planeti in zvezdami vse bolj zabrisana, saj poznamo velike orjaške plinaste planete, podobne našemu Jupitru, ki imajo tako veliko maso, da bi v njih lahko potekala jedrska fuzija devterija, in zvez-



de, ki so tako majhne in hladne, da jih le stežka ločimo od orjaških plinastih planetov. Te zvezde imenujemo rjave pritlikavke in so zvezde, katerih masa je manjša od minimalne mase, ki jo mora imeti zvezda, da v njej lahko poteka zlivanje ali fuzija jeder vodika.

Teoretični obstoj takih majhnih hladnih objektov, ki jih danes imenujemo rjave pritlikavke, so predvidevali že v šestdesetih

letih prejšnjega stoletja in tudi razvili zelo podrobne teoretične modele. Toda njihov obstoj so z opazovanji potrdili šele pred manj kot dvajsetimi leti. Razlog za to je bil predvsem tehnološki, saj rjave pritlikavke sevajo večino svetlobe v infrardečem spektru in tudi njihov izsev je zelo majhen. Da smo jih lahko zaznali, smo potrebovali zelo natančne in občutljive detektorje infrardeče svetlobe, ki jih imamo na razpolago šele v nedavnem času.

Rjave pritlikavke so objekti, ki nastanejo tako kot normalne zvezde s sesedanjem plinskega oblaka. Ko se ta oblak krči, se gravitacijska potencialna energija pretvarja v termično in zato temperatura v zvezdini sredici raste. Za razliko od navadnih zvezd imajo rjave pritlikavke tako majhno maso, da temperatura v njihovem jedru nikoli ne doseže dovolj visokih vrednosti - to je približno tri milijone stopinj Kelvina -, da bi lahko začela teči fuzija vodika ali zlivanje jeder vodika. Fuzija vodika je zelo pomembna za normalno življenje zvezd, saj zaustavi gravitacijsko sesedanje in tako omogoči zvezdi dolgo termično ravnovesno življenje. Pri rjavih pritlikavkah gravitacijsko sesedanje zaustavi degenerirani tlak elektronov. To je tlak, ki nastane, kadar je gostota plina tako velika, da začnejo elektroni zasedati najnižja možna energijska stanja. Ker morajo obenem ubogati »Paulijevo prepoved«, ki pravi, da lahko v določenem času le en elektron zasede točno določeno energijsko stanje, postane tak plin nestisljiv in se obnaša podobno kot tekoča kovina. Včasih pravimo, da je tak plin v kovinskem tekočem stanju. Če postane vodik v zvezdi degene-



Tako bi lahko bila videti rjava pritlikavka WISE J064723.23-623235.5. Uvrščamo jo v spektralni razred Y, se pravi med objekte z najnižjimi temperaturami površja, in sicer nižjimi od 600 stopinj Kelvina. Foto: NASA/JPL-Caltech.

riran, preden doseže temperaturo, potrebno za potek fuzije, se ta ne bo nikoli zgodila. Taka zvezda se bo tako kot žareči kos železa počasi ohlajala in ne bo nikoli dosegla termičnega ravnovesja kot navadne zvezde. Poleg tega degeneracija plina prinese še en zanimiv pojav. Premer rjavih pritlikavk je skoraj neodvisen od njihove mase in se giblje okoli 0,1 premera Sonca, kar je tudi približno premer Jupitra. To je drugače kot pri navadnih zvezdah, kjer premer linearno narašča z maso zvezde. In če pogledamo spreminjanje premera rjave pritlikavke z njeno maso še bolj natančno, ugotovimo celo, da se premer z manjšanjem mase malo povečuje.

Minimalna masa zvezde, ki omogoča, da v njej lahko poteka jedrska fuzija vodika, je približno 0,075 mas Sonca ali 79 mas Jupitra. Danes vse zvezde, ki imajo manjšo maso od te kritične mase, imenujemo rjave pritlikavke. Ker so rjave pritlikavke tako majhne, imajo tudi nizko površinsko temperaturo, saj niso imele nikdar dovolj gravitacijske potencialne energije, da bi njihova površinska temperatura presegla približno 3.000 stopinj Kelvina. Posledično je tudi njihov izsev majhen in svetijo večinoma v infrardečem delu svetlobnega spektra.

Poleg minimalne mase, ki je potrebna za potek fuzije vodika, omenimo še dve mejni masi. Prva, ki znaša 0,06 mas Sonca ali 65 mas Jupitra, je minimalna masa, pri kateri v jedru rjave pritlikavke lahko poteka fuzija litija. Druga, še bolj pomembna, je mejna vrednost pri 0,012 mase Sonca ali 13 masah Jupitra, pod katero ne more potekati niti fuzija devterija. Pod to mejno maso v rjavi pritlikavki ne bo potekla fuzija nobenega elementa.

Pred nedavnim odkritja rjava pritlikavka WISE J064723.23-623235.5, ki jo je posnel vesoljski infrardeči teleskop WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer), podira meje med zvezdami oziroma rjavimi pritlikavkami ter orjaškimi plinastimi planeti. Zvezda je do danes najhladnejša znana rjava pritli-

kavka, njena temperatura znaša od 350 do 400 stopinj Kelvina oziroma od 77 do 127 stopinj Celzija. Ocena njene mase se giblje med 5 masami Jupitra in 30 masami Jupitra. Torej se resnično lahko vprašamo, ali je tak objekt zvezda ali planet. Njena masa bi bila lahko manjša od najmanjše mase, potrebne za fuzijo devterija, kar pomeni, da tako kot v planetih tudi v njih nikdar ni potekala fuzija. In tako med njo in orjaškim plinastim planetom ni nobene fizikalne razlike.

Druga rjava pritlikavka PSO J318.5338-22.8603, ki je bila tudi pred nedavnim odkrita, pa podira rekord v masi samostojnega objekta v vesolju. Ta rjava pritlikavka ima maso, ki je le 6,5-krat večja od mase Jupitra, in je tako najmanjši samostojni do danes znani objekt. Pri tako majhni masi se lahko zopet vprašamo, ali je to zvezda ali planet.

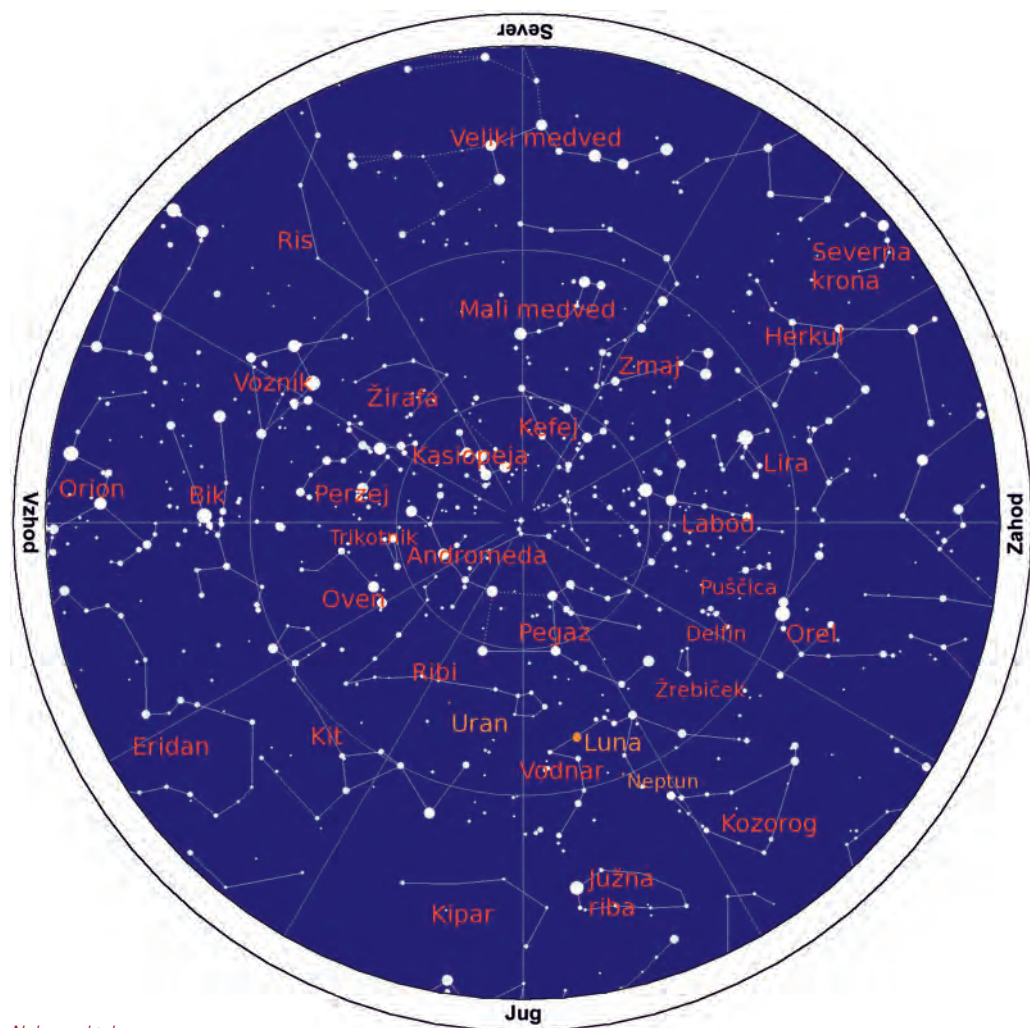
Po predlogu mednarodne astronomske organizacije iz leta 2003 sta obe zvezdi rjavi pritlikavki, saj sta v vesolju sami in nista vezani na drugo zvezdo. Mednarodna astronomska zveza je namreč leta 2003 podala mnenje, da se vsi objekti, ki so v vesolju samostojni in imajo maso, manjše od 13 mas Jupitra, poimenujejo rjave pritlikavke, ne glede na to, kako so nastali.

Kljub temu, da sta po definiciji oba objekta rjavi pritlikavki, pa se astronomi zopet ponovno sprašujejo, kje postaviti mejo med zvezdami in orjaškimi plinastimi planeti. In šele nove raziskave, ki jih bo opravljal že dolgo pričakovani vesoljski teleskop James Webb, bodo resnično pokazale, koliko je takšnih nebesnih teles in ali sploh lahko postavimo mejo med orjaškimi plinastimi planeti in rjavimi pritlikavkami ali pa je prehod med njimi zvezen.

Medtem ko lahko razmišljamo o tem, kaj vse v vesolju teoretično lahko obstaja, lahko opazujemo tudi nočno nebo, ki nam v novembru nudi nekaj zanimivih dogodkov. 1. novembra smo lahko na zahodnem nebu, takoj po Sončevem zahodu, opazovali Venero, ki je takrat dosegla največjo vzhodno

elongacijo, se pravi, da je na nebu od Sonca bila navidezno najbolj oddaljena. Opazujemo lahko tudi nekaj lepih meteorskih rojev.

21. oktobra so bili aktivni Orionidi 3. novembra Tauridi. 17. novembra pa dosežejo največjo aktivnost Leonidi.



Nebo v oktobru.

Datum: 15. 10. 2103.

Čas: 22.00.

Kraj: Ljubljana.

Editorial

Tomaž Sajovic

Geology

Oil Shales – Across the World and in Slovenia

Miloš Markič

The article introduces oil shales, organic-rich rocks from which oil-like liquid can be generated through pyrolysis. In terms of petrology, oil shales represent a transition between coal and inorganic rocks. They resemble the first with their dark black, grey or brownish colour, and the other with a high mineral content that can be perceived with the naked eye, as well as their weight and frequently also a perceivably shaly texture, characteristic for mudstones. Oil shales are considered geological energy sources, as fossil fuels in general. Using the leading fossil energy sources such as coal, crude oil and natural gas allows us to lead a comfortable lifestyle that we would find very difficult to give up; on the other hand, extraction and consumption of energy resources have made the humankind a global geological factor that has a considerable impact on the environment and space. Much larger than conventional fossil fuel reserves are the so-called »unconventional« fossil fuel resources, which today include shale gas, tight gas sands, coalbed methane, as well as oil shales, oil sands and oil-and-gas potential coals. These resources are called »unconventional« because they are not (yet) commercially viable if extracted and processed with conventional methods, but may become commercially interesting in the future.

Student expedition Costa Rica 2012

Costa Rica – Its Natural History Still Not Fully Explained

Boris Sket

The series of articles about the nature of Costa Rica closes with the presentation of two scientific problems. Its subterranean fauna was unknown, but the article mentions a find of a troglolithic interstitial snail. It also describes a biogeographical problem raised by freshwater shrimps of this area.

From the History of Medicine

Yellow Fever and Malaria – Mass Killers in the Construction of the Panama Canal. On the centennial of its construction and proposed expansion

Zvonka Zupanič Slavec

The Panama Canal shortcut greatly reduced the amount of time taken for ships to travel between the east coast of the USA to the west, connecting the Atlantic and Pacific Oceans. Following the construction of Suez Canal in 1869 it represented the second global engineering feat of this kind. In almost twenty years of its construction the project was conducted first by the French and later by the Americans. More than 25,000 workers died while building this 82-km-long artificial waterway. The deadliest culprits were tropical diseases, particularly yellow fever. When the French failed due to high mortality and accepted retreat, the Americans took over where the French had stopped. They started by introducing extensive sani-

tation projects to minimise the spread of deadly diseases, particularly yellow fever and malaria, which had recently been shown to be mosquito-borne. In turn, they gained understanding of the life cycle of Plasmodium (a parasite that causes malaria) and yellow fever viruses (arboviruses). Their efforts came to fruition and in 1914 the first ships sailed through the canal. After nearly a century, the water traffic has increased dramatically and the expansion of the canal is under way.

Physics

One Hundred Years of Bragg Method of Crystal Analysis

Janez Strnad

In physics, commemorating centennials makes sense for at least two reasons. We look back on a fascinating discovery and wonder whether the next one hundred years might bring similar developments. One hundred years ago, William Henry Bragg and his son William Lawrence Bragg developed a way of using X-rays to find out the structure of crystals, a technique that has since led to significant discoveries.

Asia-Europe Meeting

Challenges to Biodiversity Conservation in Tropical Ecosystems – Asia-Europe Meeting (ASEM)

Katja Šporar

The author reports on her experience as a participant in the *Asia-Europe Meeting (ASEM)* that took place between 12 and 24 May this year in Bandar Seri Begawan, the capital of Brunei. Established in 1996, the *Asia-Europe Meeting* is an informal dialogue for enhancing cooperation, bringing together 27 European Union Member States, two European countries, the European Commission, 20 Asian countries and the ASEAN Secretariat (Association of Southeast Asian Nations). The *Asia-Europe Meeting* addresses political, economic and cultural issues with the aim of strengthening the relationship between the two regions, in a spirit of mutual respect and equal partnership. The aim of the workshop was to contribute to the development of future scientists in the *ASEM* region. The workshop was to facilitate tackling the environmental issues facing tropical ecosystems. It was targeted at undergraduate students interested in biodiversity and climate change. Only one student from each *ASEM* member was invited to participate in the workshop.

New books

Bavcon's Life with Plants in a Book

Igor Dakskobler

In memoriam

Prof. Mag. Dušan Robič (1933-2013)

Igor Dakskobler

Our sky

Brown Dwarfs or Giant Planets?

Mirko Kokole

Table of Contents

Prvomajsko potovanje
s Prirodoslovnim društvom Slovenije

Makedonija

26. april – 3. maj 2014

Vabimo vas na osemdnevno potovanje po Makedoniji, kjer bomo obiskali tri nacionalne parke: Nacionalni park Mavrovo s čudovitimi planotami in neokrnjeno naravo, Nacionalni park Galičica s številnimi rastlinskimi endemiti in nepozabnimi razgledi na Ohridsko in Prespansko jezero ter Nacionalni park Pelister z mnogimi geološkimi in botaničnimi posebnostmi. Oglede nacionalnih parkov bomo popestrili z vožnjo s čolni po soteski Matka v bližini Skopja, z ogledom najvišjega slapa v Makedoniji pri vasi Smolari, ogledom »kamnitih svatov« v Kuklici ter obiskom prazgodovinskega observatorija Kokino, poskrbeli pa bomo tudi za spoznavanje makedonske kulture v vasi Galičnik in v antičnem mestu Stobi.



Ceno potovanja in podrobnejši program si lahko ogledate na spletni strani www.proteus.si,
več informacij dobite v upravi društva na telefonski številki 01/252-19-14
ali na elektronskem naslovu prirodoslovno.drustvo@gmail.com.



■ Geologija

Oljni skrilavci – po svetu in pri nas

Oljni skrilavci vsebujejo znatno količino organske snovi. Iz njih lahko s piroлизno pridobivamo utekočinjeno, nafti podobno oljno snov. Oljne skrilavce petrološko uvrščamo v prehod med premogi in neorganskimi kamninami ter med geološke energetske vire, fosilna goriva na splošno. Zalog tako imenovanih »nekonvencionalnih« fosilnih energetskega virov, med katere danes uvrščamo plin v skrilavcih, tesno vezani plin v peščenjakih, plin v plasteh premogov, pa tudi oljne skrilavce, oljne peske in za pridobivanje olj in plinov potencialno primerne premoge, je mnogo več, kot je zalog konvencionalnih fosilnih goriv (premog, surova nafta, zemeljski plin). Z izrazom »nekonvencionalni« viri označujemo te vire zato, ker danes večinoma s konvencionalnimi metodami pridobivanja in predelave (še) niso gospodarsko donosni, a bodo to morda v prihodnosti.



■ Študentska ekskurzija Kostarika 2012

Kostarika – marsičesa o njej še ne vemo

Vrsto člankov o naravi Kostarike zaključujemo s predstavitevijo dveh odprtih naravoslovnih problemov. Podzemeljska favna je bila neznana, tukaj je omenjena najdba troglubiotskega polžka iz intersticialne vode. Opisano je tudi vprašanje, ki ga sladkovodne kozice tega območja zastavljajo biogeografom.



■ Iz zgodovine medicine

Rumena mrzlica in malarija – množični morilki pri gradnji Panamskega prekopa

Panamski prekop je drastično skrajšal plovno pot med vzhodno obalo ZDA in njenim jugom ter povezal Atlantski in Tih ocean. Po velikem podvigu s Sueškim prekopom leta 1869 je predstavljal drugi tovrstni svetovni tehnični dosežek gradbene stroke. Ob izgradnji te 82 kilometrov dolge umetne vodne poti je umrlo več kot 25.000 delavcev. Najhujši krivec za to so bile tropske bolezni, predvsem rumena mrzlica in malarija. Prispevek opisuje, kako so Američani s predhodno sanitacijo panamskega območja rešili problem. Minilo je skoraj stoletje, vodni promet se je drastično povečal in pripravljajo širitev prekopa.

■ Fizika

Sto let Braggovega načina preiskovanja kristalov

V fiziki se je stoletnic smiselno spomniti vsaj iz dveh razlogov. Obnovimo znanje o zanimivem odkritju in sprožimo razmišljanje, ali bo prihodnjih sto let prineslo podoben razvoj. William Henry Bragg in njegov sin William Lawrence Bragg sta pred sto leti razvila način za raziskovanje zgradbe kristalov z rentgensko svetlobo, ki je v naslednjih letih pripeljal do pomembnih odkritij.

ISSN 0033-1805

